

**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA**

**FACOLTA' DI SCIENZE STATISTICHE  
CORSO DI LAUREA IN STATISTICA ECONOMIA E FINANZA**



Tesi di laurea

**Contagio e interdipendenza tra mercati finanziari:  
una verifica empirica utilizzando indici azionari**

**Relatore: CH.MO PROF. GUGLIELMO WEBER**

**Correlatore: DOTT. MASSIMILIANO CAPORIN**

**Laureanda: GIULIA MAZZEO  
Matricola: 488147 - SEF**

**Anno Accademico 2004 - 2005**

# INDICE

<b>Introduzione</b>	<b>pag 2</b>
<b>1. Metodologie per la stima del contagio</b>	<b>pag 3</b>
<b>2. Dati utilizzati</b>	<b>pag 8</b>
<b>2.1      Analisi sui rendimenti</b>	<b>pag 10</b>
<b>2.2      Stima di un modello VAR</b>	<b>pag14</b>
<b>2.3      Stima di un modello GARCH(1,1)</b>	<b>pag 20</b>
<b>2.4      Stima di un modello GARCH(1,1) con aggiunta di esogene</b>	<b>pag 24</b>
<b>2.5      Analisi su trasformate delle correlazioni</b>	<b>pag 29</b>
<b>3. Confronti tra dati espressi in valuta locale e dati espressi in valuta USD</b>	<b>pag 32</b>
<b>4. Conclusioni</b>	<b>pag 35</b>
<b>Bibliografia</b>	<b>pag 37</b>
<b>Ringraziamenti</b>	<b>pag 38</b>

## INTRODUZIONE

Gli anni '90 sono stati caratterizzati dal verificarsi di una serie di gravi crisi finanziarie; il crollo del Peso messicano del dicembre 1994, che venne presto riflesso in altri mercati azionari dell'America Latina; la crisi asiatica del 1997 che ha influenzato i mercati del Nord e del Sud America, dell'Europa e dell'Africa; la crisi russa del 1998; la svalutazione brasiliana del 1999; la crisi del mercato statunitense conseguente all'attentato alle Torri Gemelle dell'11 settembre 2001.

Questi esempi hanno dimostrato come gli *shock* dovuti al manifestarsi di crisi finanziarie, iniziate come eventi specifici di un'economia, abbiano avuto un impatto molto forte su mercati con diversa struttura e grandezza in tutto il mondo.

È bene quindi specificare i legami che uniscono e che possono influenzare i paesi considerati.

Vi sono differenti categorie di legami fondamentali che si possono così classificare:

- legami finanziari: esistono quando l'economia di più paesi è interrelata attraverso il sistema finanziario internazionale;
- legami reali: sono fondamentali per le relazioni tra le diverse economie. Questi legami sono solitamente associati al commercio internazionale;
- legami politici: rappresentano le relazioni politiche tra i paesi. Questo tipo di legame è spesso sottovalutato nella letteratura.

Tali legami rappresentano i canali di trasmissione di uno *shock* o di una crisi locali ad altri mercati.

La diffusione delle crisi finanziarie a livello internazionale è stato un tema ampiamente trattato da molti studiosi che hanno denominato tale fenomeno col termine di "contagio".

La letteratura in merito presenta differenti definizioni di contagio.

La più comune è quella che denota il contagio come la trasmissione tra i paesi di *shock* o che lo associa all'effetto dovuto agli *spillover* tra i diversi paesi considerati.

Il contagio può manifestarsi sia in periodi di crisi sia in periodi di relativa stabilità, perciò può non essere specificatamente legato agli *shock* che colpiscono i paesi considerati.

Tuttavia si è osservata una presenza più forte di tale fenomeno durante il verificarsi di una crisi.

Se si considerano poi i legami fondamentali che legano i paesi ed in particolare il verificarsi di *shock* in tali paesi, il contagio può essere visto come la trasmissione di questi *shock* da un paese agli altri. Questa definizione è di solito intesa come eccesso di co-movimenti.

Una terza definizione, proposta da Forbes e Rigobon (2002) ed utilizzata in questo lavoro, denota il contagio come un aumento significativo nei legami *cross-market* dopo il verificarsi di uno *shock* in un paese o in un gruppo di paesi.

In accordo con questa definizione, se due mercati sono caratterizzati da un grado elevato di co-movimenti durante periodi di stabilità, anche se i mercati continuano ad essere fortemente correlati dopo il verificarsi di uno *shock*, ciò non costituisce evidenza di contagio.

Si è in presenza di contagio solo se i co-movimenti *cross-market* aumentano in maniera significativa dopo lo *shock*. Se ciò non si verifica ci si riferisce a tale situazione con il termine di interdipendenza.

Quest'ultima definizione di contagio, seppur restrittiva, permette di testarne la presenza con semplicità. È sufficiente, in effetti, confrontare la correlazione tra due mercati durante un periodo di relativa stabilità con quella immediatamente successiva al verificarsi di uno *shock* o di una crisi.

Se l'aumento della correlazione risulta essere statisticamente significativo, si può affermare la presenza di contagio nei mercati considerati.

Lo scopo di questo lavoro è quello di individuare i periodi in cui i diversi mercati azionari considerati sono fortemente correlati e verificare se, in tali periodi, vi sia evidenza statistica della presenza di contagio.

## 1. METODOLOGIE PER LA STIMA DEL CONTAGIO

Mercati azionari di differenti dimensioni possono evidenziare un elevato grado di interazione dopo il verificarsi di uno *shock* locale. Ciò suggerisce l'esistenza di meccanismi tramite i quali *shock* domestici vengono trasmessi in ambito internazionale.

La letteratura empirica che studia le modalità di propagazione degli *shock* e la presenza o meno di contagio è ampia. Quattro differenti metodologie sono state utilizzate per misurare i meccanismi di propagazione degli *shock*: coefficienti di correlazione *cross-market*, stime con modelli ARCH e GARCH, tecniche di cointegrazione e stime dirette di specifici meccanismi di trasmissione.

Non tutte queste metodologie compiono un'analisi esplicita sul contagio, ma di fatto tutti gli studi intrapresi per testarne la presenza o meno giungono alle medesime conclusioni: il contagio si è verificato durante i periodi di crisi sottoposti ad analisi.

La prima metodologia utilizza i coefficienti di correlazione *cross-market* ed è l'approccio più diretto per testare la presenza di contagio.

I test misurano la correlazione esistente tra due mercati durante un periodo stabile e, successivamente, testano se si è verificato un aumento significativo in tale correlazione dopo uno *shock*. Se il coefficiente di correlazione aumenta considerevolmente, ciò suggerisce che il meccanismo di trasmissione tra i due mercati considerati, si è rafforzato dopo lo *shock* e che si è verificato il contagio.

Tra le principali pubblicazioni in merito troviamo quella di King e Wadhwani (1990) i quali, tramite l'approccio sopra descritto, hanno testato l'incremento nelle correlazioni tra i mercati azionari degli Stati Uniti, del Regno Unito e del Giappone. La loro analisi ha portato ad affermare un aumento significativo delle correlazioni *cross-market* dopo il crollo del mercato americano del 1987.

Lee e Kim (1993) hanno esteso questa analisi applicandola a 12 mercati più importanti ed hanno riscontrato ulteriori conferme del verificarsi del contagio; in particolare le correlazioni *cross-market* sono passate da un valore pari a 0.23 prima della crisi americana del 1987 ad uno pari a 0.39.

Calvo e Reinhart (1996) hanno utilizzato questo approccio per testare la presenza di contagio relativamente ai prezzi delle azioni e ai titoli di stato dopo la crisi messicana del 1994.

Dalle loro analisi hanno riscontrato un rilevante aumento delle correlazioni *cross-market* per numerosi mercati emergenti durante la crisi.

È evidente come ciascuno di questi test basati sui coefficienti di correlazione tra i mercati porti alla stessa conclusione, ovvero la presenza di un aumento statisticamente significativo delle correlazioni tra i mercati durante la crisi considerata e perciò è confermata la presenza di contagio.

Un secondo approccio per l'analisi dei co-movimenti nei mercati azionari, si basa sull'utilizzo di modelli ARCH o GARCH per la stima dei meccanismi di trasmissione tra diversi paesi di varianze e covarianze.

Ad esempio Hamao, Masulis e Ng (1990) hanno utilizzato questa procedura per esaminare i mercati azionari durante la crisi americana del 1987. Ciò che hanno potuto riscontrare è stata la presenza di *spillover* significativi nella volatilità dei prezzi da New York a Londra e Tokyo e da Londra a Tokyo.

Edwards (1998) ha studiato le interazioni all'interno dei mercati obbligazionari dopo la crisi del Peso messicano ed ha rilevato *spillover* significativi tra Messico ed Argentina, ma non tra Messico e Cile.

Entrambe queste pubblicazioni, come molti altri studi basati sull'utilizzo di modelli ARCH e GARCH, evidenziano come la volatilità dei mercati sia trasmessa tra i diversi paesi presi in analisi. Tuttavia non testano esplicitamente la presenza di cambiamenti significativi dovuti a *shock* o crisi.

Perciò, pur trovando evidenza della trasmissione della volatilità tra i mercati, la maggior parte non testa la presenza di contagio come definito inizialmente.

Un terzo metodo per studiare i legami tra i mercati si avvale di test per verificare eventuali cambiamenti nel vettore di cointegrazione tra i mercati considerati in un ampio periodo temporale.

Ad esempio, Longin e Solnik (1995) hanno esaminato sette paesi negli anni dal 1960 al 1990 e hanno riscontrato un aumento nelle correlazioni dei mercati azionari. In particolare quelle tra gli Stati Uniti ed altri paesi sono aumentate per un valore di 0.36 durante i trent'anni considerati.

C'è però da notare che anche questo approccio non conduce esplicitamente test sul contagio ed inoltre bisogna tener conto che le relazioni tra i mercati in un periodo di tempo così lungo, possono cambiare per diverse cause, come una maggiore mobilità di capitali.

Infine questo metodo può non rilevare periodi di contagio quando le relazioni *cross-market* aumentano solo per brevi periodi dopo una crisi.

Un'ultima serie di pubblicazioni riguardanti lo studio dei meccanismi di trasmissione degli *shock* si avvale di misure dirette. Ovvero esamina come differenti fattori influiscano sulla vulnerabilità di un paese alle crisi finanziarie.

La letteratura in merito è piuttosto ampia e comprende una serie di approcci differenti.

In una delle prime pubblicazioni, Eichengreen, Rose e Wyplosz (1996) hanno utilizzato un modello probit per calcolare la probabilità di una crisi in un set di paesi industrializzati dal 1959 al 1993. Inoltre hanno rilevato che tale probabilità è legata al verificarsi di un attacco speculativo in altri paesi nello stesso periodo.

Utilizzando una strategia differente, Forbes (2000) ha stimato l'impatto della crisi asiatica e di quella russa sui mercati azionari per un campione di circa 10,000 compagnie di tutto il mondo.

Dallo studio è emerso che i legami commerciali sono importanti strumenti per predire la vulnerabilità di un paese ad una crisi finanziaria.

Numerose pubblicazioni che trattano i metodi per misurare i canali di trasmissione degli *shock* tra i mercati non considerano, tuttavia, il dibattito sulle diverse definizioni di contagio e non ne testano direttamente l'esistenza.

Nonostante ciò, la letteratura empirica che esamina la trasmissione delle crisi attraverso i mercati, si è servita di queste metodologie.

Il test basato sui coefficienti di correlazione resta quindi l'approccio più utile per testare esplicitamente la presenza di contagio. In aggiunta, numerose pubblicazioni basate su questo test sono arrivate alla conclusione che nelle correlazioni *cross-market* è evidente un aumento statisticamente significativo dopo una crisi rilevante e perciò si è in presenza di contagio.

I dati utilizzati in questo lavoro per verificare la presenza di contagio, sono le serie di sette indici azionari (tre americani e quattro asiatici).

Su tali indici sono state calcolate delle correlazioni *rolling* utilizzando due finestre contigue della medesima ampiezza, che sono state spostate di un giorno alla volta.

L'ampiezza delle finestre, a partire da una dimensione di 40 giorni, è stata aumentata di 10 giorni alla volta fino ad arrivare ad un'ampiezza di 120 giorni.

Ricavate le due matrici di correlazione, sono state poi calcolate le misure di distanza basate sulla differenza semplice tra la seconda e la prima matrice.

Analizzando tali misure di distanza si è in grado di individuare i periodi in cui vi è stata una rottura strutturale nelle correlazioni calcolate. Infatti, se le differenze tra le matrici sono nulle o prossime allo zero, si può concludere che tra le correlazioni calcolate sulle due finestre contigue non vi è stato un cambiamento significativo; esse sono da considerarsi statisticamente uguali perciò non si è in presenza di contagio.

Se, al contrario, le differenze risultano essere diverse da zero, ciò implica una sostanziale diversità tra le correlazioni considerate; quindi un aumento o una diminuzione statisticamente significativa delle correlazioni, come già detto nella definizione di contagio qui utilizzata, porta ad affermare che si è verificato contagio.

Il procedimento sopra descritto è stato applicato in primo luogo alle serie dei rendimenti logaritmici degli indici azionari presi in esame.

In seguito, su tali rendimenti, è stato stimato un modello VAR di ordine pari a cinque. Tale stima ha permesso di modellare le dinamiche in media delle serie analizzate. Sui residui ottenuti dalla stima del VAR sono state calcolate le misure di distanza sopra descritte (per l'insieme delle correlazioni, per le sole correlazioni tra indici Asiatici, per le sole correlazioni tra indici Americani e per le correlazioni tra indici Americani ed Asiatici).

In questo modo si è potuto effettuare un'analisi sul contagio più accurata rispetto a quella iniziale basata sulle serie dei rendimenti.

La stima di modelli VAR non tiene però conto delle eventuali dinamiche nella volatilità delle serie considerate. Tale problema implica la presenza di eteroschedasticità e la conseguente distorsione dei coefficienti stimati mediante l'uso di un VAR.

Un'ulteriore passo nell'analisi qui presentata è stato, quindi, di stimare sui residui ottenuti dal VAR dei modelli GARCH o TARCH di ordine pari ad uno, in modo da poter cogliere le dinamiche non costanti della varianza delle serie.

Sono stati poi calcolati i residui standardizzati e su di essi sono state calcolate le stesse misure di distanza. In questo modo l'analisi risulta ancora più accurata perché le stime sono state "depurate" dagli effetti della volatilità che rendeva distorte le stime della correlazione ed inaccurate le verifiche sulla presenza di contagio.

Per rendere il modello ancora più accurato, nelle stime del GARCH sono state introdotte come variabili esogene, tutti i quadrati dei residui VAR al ritardo precedente. Tra i diversi modelli GARCH è stato scelto il migliore confrontando il valore dell'AIC. Sono state ovviamente escluse le esogene non significative (in termini di statistica t).

Infine sono state calcolate le distanze tra i residui GARCH con gli stessi casi visti in precedenza.

Un'ultima analisi è stata effettuata utilizzando la trasformazione di Fisher sulle misure di distanza. Tale trasformazione ha permesso di ottenere delle distribuzioni note in modo tale da poter poi condurre dei test statistici per la verifica di presenza o meno del contagio.

In conclusione, tutte le analisi svolte in questo lavoro hanno portato alla medesima conclusione: nei periodi in cui si sono verificate crisi o *shock* di notevole entità si è potuta riscontrare la presenza di un aumento significativo nelle correlazioni *cross-market*; tale aumento è stato tale da confermare attraverso stime delle misure di distanza e test statistici la presenza di contagio nelle serie prese in esame.



## 2. DATI UTILIZZATI

Il lavoro presentato di seguito si avvale, per le analisi, dei principali indici azionari dei mercati americani ed asiatici.

In particolare sono stati utilizzati gli indici Dow Jones(New York Stock Exchange), Ibovespa San Paolo (Brasile), IPC (Messico) per gli Stati Uniti e il Sud America, mentre come indici asiatici sono stati utilizzati: Nikkei 225 (Giappone), Hang Seng (Hong Kong), Straits Time Index (Singapore), KLSE (Malaysia).

I dati ottenuti sono giornalieri ed il periodo temporale di riferimento va dal 10 gennaio 1994 al 29 dicembre 2004.

La fonte da cui sono stati ricavati i dati è *yahoo.finance.com*.

Dopo essere state ricavate, le serie degli indici azionari sono state omogeneizzate tutte insieme in modo tale da renderle della medesima lunghezza.

Bisogna ricordare che i sette indici presi in esame sono espressi in valuta locale. Le analisi condotte risentono quindi dell'andamento dei rispettivi tassi di cambio che possono rendere più forti oppure più deboli le relazioni tra i mercati.

Di seguito vengono riportati i grafici dei prezzi per poterne analizzare l'andamento.

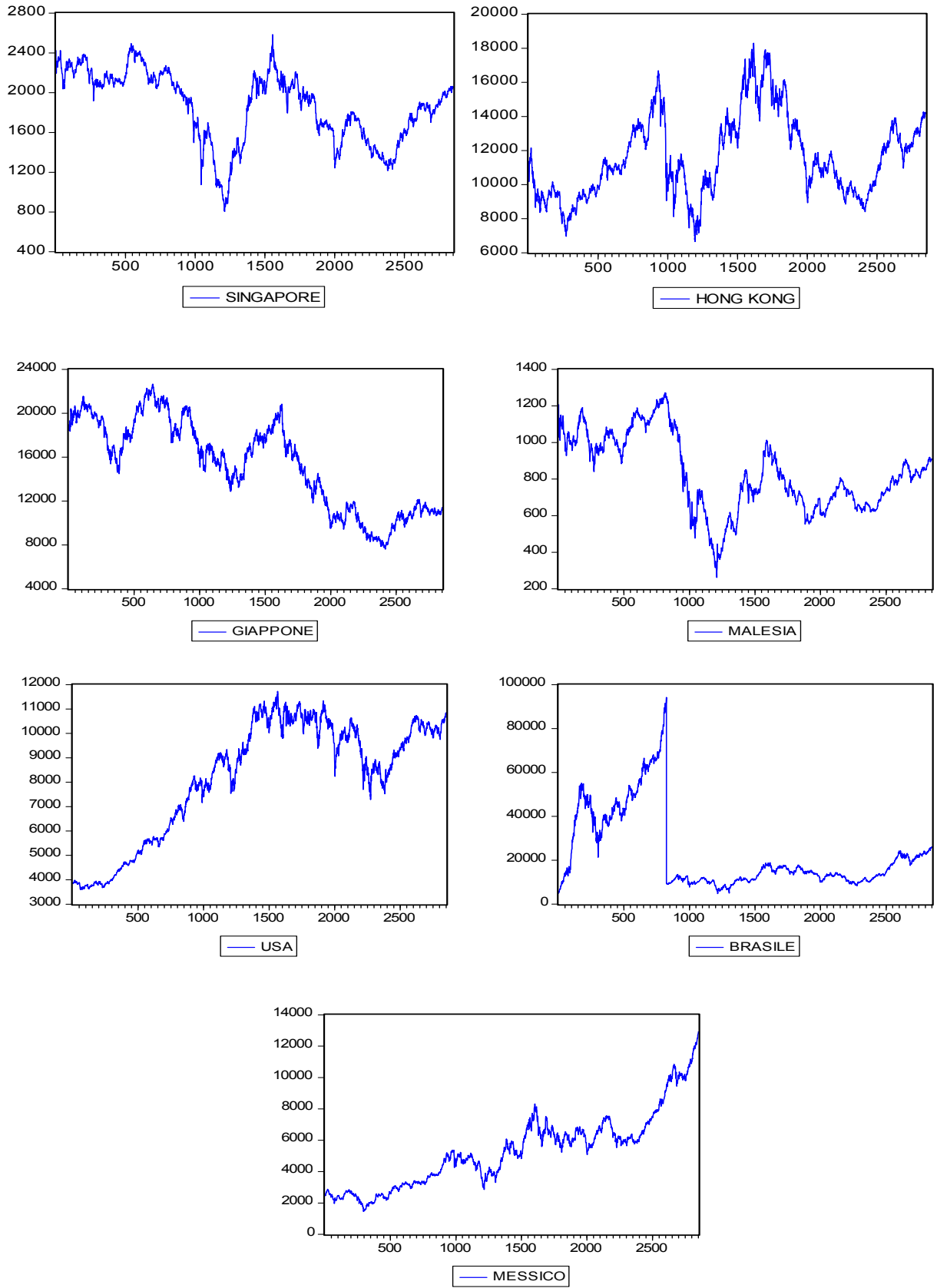


Figura 1: grafici delle serie storiche dei prezzi di chiusura degli indici azionari.

Nei grafici dei prezzi di Hong Kong e Giappone sono presenti dei crolli in corrispondenza del periodo 1994-1995.

Nei grafici dei prezzi di Singapore, Hong Kong e Malesia sono evidenti dei crolli di proporzioni maggiori rispetto ai precedenti, in corrispondenza del 1998, periodo appena successivo alla crisi asiatica del 1997. Tale crollo è presente anche nel grafico relativo all'indice giapponese anche se è meno evidente rispetto agli altri.

Inoltre per i grafici di Singapore, Giappone e Hong Kong troviamo evidenza di picchi negativi anche in corrispondenza del 2003.

Per quanto riguarda i grafici dei prezzi degli indici americani è evidente un crollo nel grafico degli Stati Uniti in corrispondenza del 2001 ed uno nel grafico del Messico nel periodo intorno al 1997-1998, anni della crisi dell'America Latina.

Infine, è necessario precisare che, prima di iniziare le analisi, è stato eliminato un *outlier* nella serie storica dell'indice Bovespa (Brasile), in corrispondenza del 23 Aprile 1997.

Le analisi successive hanno lo scopo di verificare se le crisi, verificatesi nei diversi paesi, hanno influenzato negativamente anche gli altri mercati. Perciò, si andrà a testare la presenza di contagio, ovvero se gli *shock* manifestatisi in ogni singolo paese si sono trasmessi a livello internazionale.

## 2.1 ANALISI SUI RENDIMENTI

Successivamente per ogni serie sono stati ricavati i rendimenti come differenza logaritmica tra i prezzi al tempo  $t$  e i prezzi al tempo  $t-1$ :

$$r_t = \ln(P_t) - \ln(P_{t-1})$$

Sui dati sono state calcolate delle correlazioni *rolling* utilizzando due finestre contigue che sono state spostate di un giorno alla volta.

L'ampiezza delle finestre, a partire da 40, è stata aumentata di 10 giorni alla volta fino ad arrivare ad un'ampiezza di 120, mentre le due finestre sono state spostate di un giorno alla volta.

Per le due finestre sono state perciò ricavate due matrici di correlazione espresse dalla seguente formula:

$$R_1(t) = Cor(X_j) \text{ con } j=M, \dots, N-M$$

$$R_2(t) = Cor(X_j) \text{ con } j=2M, \dots, N$$

in particolare l'operatore  $Cor(X_j)$  per l'elemento  $R_{1,ij}(t)$  è espresso dalla:

$$R_{1,ij}(t) = \frac{\sum_{l=t-M+1}^t \varepsilon_{il} \varepsilon_{jl}}{\sqrt{\sum_{l=t-M+1}^t \varepsilon_{il}^2} \sqrt{\sum_{l=t-M+1}^t \varepsilon_{jl}^2}}$$

per quanto riguarda invece l'elemento  $R_{2,ij}(t)$  la formula è la stessa con la differenza che gli indici delle sommatorie vanno da  $l=t+1$  a  $l=t+M$

$X_j$  rappresenta una matrice di dimensioni  $M \times K$  (con  $K$  variabili osservate e  $M$  istanti temporali);  $M$  corrisponde all'ampiezza della finestra (nelle analisi sarà presa in considerazione  $M=90$ ) ed  $N$  la lunghezza del campione.

Al fine dell'analisi sul contagio, come misure di distanza è stata calcolata la differenza semplice tra la prima e la seconda matrice, ovvero:

$$D(t) = R_2(t) - R_1(t)$$

Infine il vettore delle differenze utilizzato nelle analisi è dato da:

$$DIFF(t) = \sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^i D_{ij}(t)$$

$$D_{ij}(t) = R_{2,ij}(t) - R_{1,ij}(t)$$

Ciò ha permesso di verificare graficamente la presenza di picchi significativi che indicano la trasmissione di *shock*, intesi come una forte variazione della volatilità tra mercati finanziari.

Quindi la presenza di tali *shock* è indice della presenza di contagio tra i mercati considerati.

Di seguito vengono riportati i grafici per le misure di distanza sopra descritte:

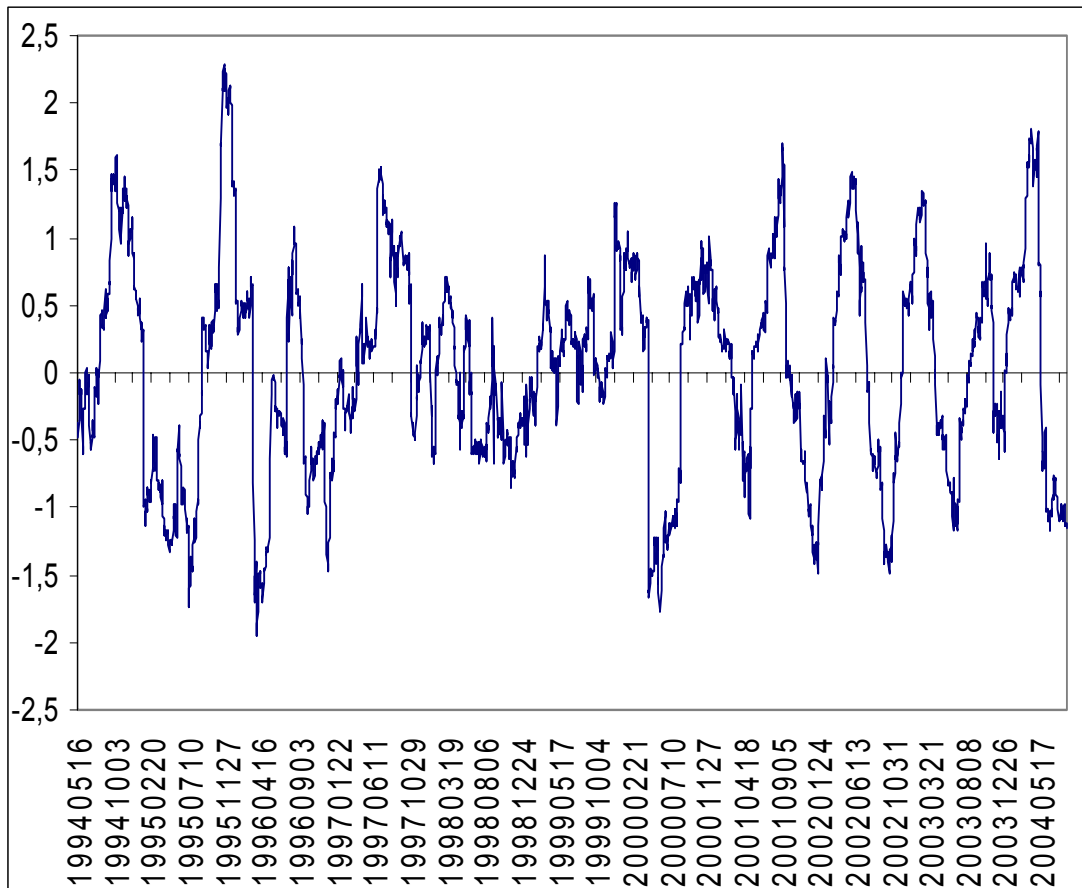


Figura 2: grafico delle differenze semplici tra le correlazioni dei rendimenti degli indici asiatici.

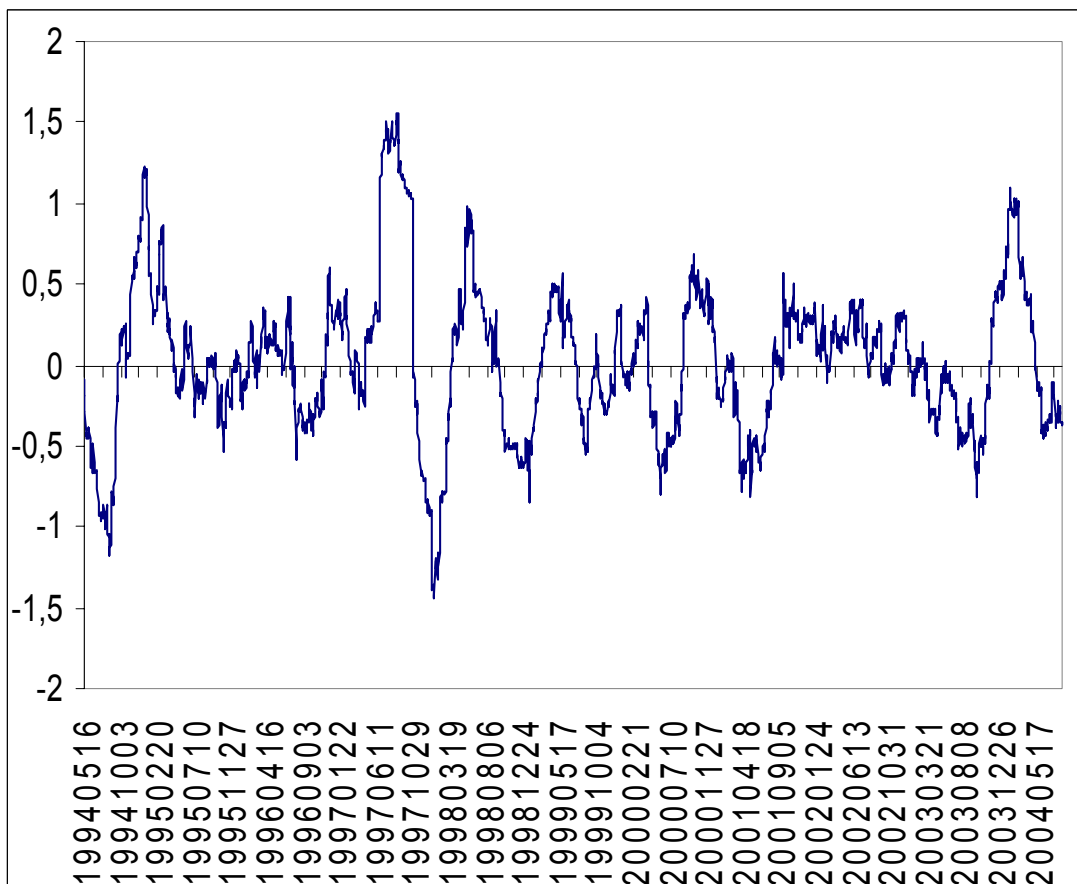


Figura 3: grafico delle differenze semplici tra le correlazioni dei rendimenti degli indici americani.

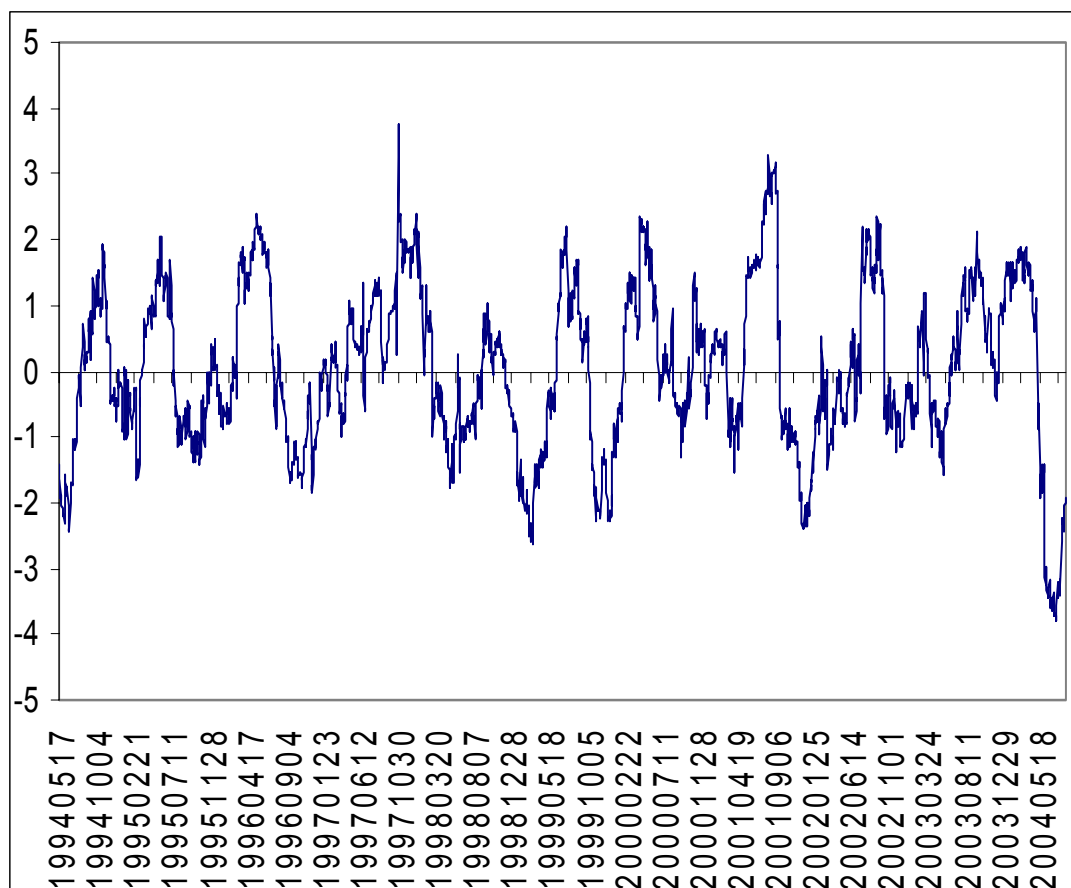


Figura 4: grafico delle differenze semplici tra le correlazioni dei rendimenti degli indici americani ed asiatici.

Nella figura 2 i picchi più evidenti sono quelli in corrispondenza 1995; le differenze tra le correlazioni, infatti, hanno un'ampiezza, in valore assoluto, pari a 2.

Nella figura 3 possiamo innanzitutto notare una scala di oscillazione minore rispetto alla precedente e la presenza di un numero minore di picchi. Quelli significativi si rilevano per il periodo del 1997 ed hanno un valore pari a 1,5.

Infine, per quanto riguarda la figura 3, che è quella con la scala di oscillazione maggiore, ritroviamo picchi significativi in corrispondenza del 1997 e del 2003 per un valore rispettivamente di 3,75 e -3,76.

Già da queste prime analisi è chiaro come alcune crisi rilevanti, relative a determinati paesi, abbiano avuto un'influenza in ambito internazionale. Ciò è un elemento fondamentale per avallare la tesi della presenza di contagio. È bene però ricordare che queste prime analisi sono state condotte sulle correlazioni tra rendimenti; non è stato applicato alcun modello per la media né per le dinamiche della varianza. I risultati ottenuti non sono, quindi, accurati.

## 2.2 STIMA DI UN MODELLO VAR

In seguito sui rendimenti è stato stimato un modello VAR di ordine 5. L'ordine del modello è stato scelto in base alla presenza di correlazioni significative al ritardo quarto nelle serie storiche dei rendimenti di Malesia e Messico.

Il modello VAR viene utilizzato per controllare la presenza di interdipendenza tra gli *asset* ed analizzare i residui della stima per identificare *shock* inaspettati che possono essere trasmessi tra i paesi e quindi tali da costituire contagio.

Prima di riportare le stime dei coefficienti ed i grafici dei residui è bene soffermarsi sulle caratteristiche generali dei modelli VAR.

Il modello autoregressivo vettoriale (VAR) è costituito da un sistema di equazioni nel quale viene rappresentata l'intera struttura delle correlazioni dinamiche tra le variabili economiche di interesse.

Tutte le variabili utilizzate in tale tipologia di modelli sono di natura endogena a differenza dei sistemi di equazioni simultanee.

Analiticamente, dato il vettore ( $n1$ ) di serie  $y_t$  per il quale si assume l'esistenza di una rappresentazione autoregressiva vettoriale (VAR) di ordine finito, tale assunzione è valida non solo per serie vettoriali stazionarie, ma anche per variabili integrate in presenza di relazioni di cointegrazione.

La rappresentazione del modello VAR di ordine finito ( $k$ ) è data da:

$$y_t = \Phi d_t + A_1 y_{t-1} + A_2 y_{t-2} + \dots + A_k y_{t-k} + \varepsilon_t, \text{ con } \varepsilon_t \sim \text{VWN}(0, \Sigma), \quad (1)$$

dove  $A_i$  sono matrici quadrate di dimensione  $n$  e contengono i coefficienti autoregressivi,  $d_t$  è un vettore ( $d \ 1$ ) di variabili esogene o deterministiche appropriate.

L'equazione (1) descrive il comportamento di ogni singola componente del vettore  $y_t$  che è legato al passato della variabile stessa e al passato di tutte le altre variabili presenti nel processo.

Per ciò che riguarda i legami simultanei tra le endogene, essi esistono anche all'interno di un modello VAR e si ritrovano nella matrice di varianza e covarianza dei termini di errore che, in generale, è una matrice non diagonale.

Se non vengono imposte restrizioni sui parametri, il modello VAR(5) può essere stimato per mezzo dei minimi quadrati ordinari (metodo OLS).

Di seguito viene riportato l'output di stima; sono stati evidenziati in rosso i coefficienti statisticamente significativi.

Vector Autoregression Estimates

Sample(adjusted): 7 2852

Included observations: 2846 after adjusting endpoints

Standard errors in ( ) & t-statistics in [ ]

	REND_BRA	REND_MEX	REND_USA	REND_HK	REND_JP	REND_SING	REND_MAL
REND_BRA(-1)	<b>0.048696</b> (0.02188) [ 2.22591]	<b>-0.010806</b> (0.01416) [-0.76294]	<b>0.001666</b> (0.00906) [ 0.18384]	<b>0.044910</b> (0.01300) [ 3.45374]	<b>0.020921</b> (0.01144) [ 1.82866]	<b>0.017176</b> (0.01058) [ 1.62305]	<b>0.008615</b> (0.01362) [ 0.63238]
REND_BRA(-2)	<b>-0.001856</b> (0.02189) [-0.08478]	<b>0.000922</b> (0.01417) [ 0.06508]	<b>-0.011731</b> (0.00907) [-1.29324]	<b>-0.029101</b> (0.01301) [-2.23653]	<b>-0.010388</b> (0.01145) [-0.90736]	<b>-0.002130</b> (0.01059) [-0.20116]	<b>0.002496</b> (0.01363) [ 0.18313]
REND_BRA(-3)	<b>-0.072244</b> (0.02181) [-3.31277]	<b>-0.007746</b> (0.01412) [-0.54862]	<b>-0.009886</b> (0.00904) [-1.09398]	<b>0.002564</b> (0.01296) [ 0.19778]	<b>0.010277</b> (0.01140) [ 0.90113]	<b>-0.002525</b> (0.01055) [-0.23939]	<b>0.015626</b> (0.01358) [ 1.15065]
REND_BRA(-4)	<b>-0.013450</b> (0.02181) [-0.61662]	<b>-0.023626</b> (0.01412) [-1.67292]	<b>-0.002679</b> (0.00904) [-0.29646]	<b>-0.020864</b> (0.01297) [-1.60926]	<b>0.001904</b> (0.01141) [ 0.16696]	<b>-0.035022</b> (0.01055) [-3.31919]	<b>0.018724</b> (0.01358) [ 1.37851]
REND_BRA(-5)	<b>-0.055933</b> (0.02177) [-2.56971]	<b>-0.009668</b> (0.01409) [-0.68605]	<b>-0.003409</b> (0.00902) [-0.37802]	<b>0.002966</b> (0.01294) [ 0.22923]	<b>0.007356</b> (0.01138) [ 0.64624]	<b>0.004976</b> (0.01053) [ 0.47263]	<b>-0.015942</b> (0.01355) [-1.17616]
REND_MEX(-1)	<b>0.135472</b> (0.03561) [ 3.80423]	<b>0.101299</b> (0.02306) [ 4.39360]	<b>0.007076</b> (0.01476) [ 0.47957]	<b>0.141125</b> (0.02117) [ 6.66735]	<b>0.065085</b> (0.01862) [ 3.49487]	<b>0.089614</b> (0.01723) [ 5.20225]	<b>0.034478</b> (0.02218) [ 1.55479]
REND_MEX(-2)	<b>-0.018921</b> (0.03600) [-0.52558]	<b>-0.028274</b> (0.02331) [-1.21306]	<b>0.013301</b> (0.01492) [ 0.89166]	<b>-0.001516</b> (0.02140) [-0.07085]	<b>0.010359</b> (0.01883) [ 0.55022]	<b>-0.016984</b> (0.01741) [-0.97529]	<b>0.009137</b> (0.02242) [ 0.40756]
REND_MEX(-3)	<b>0.023566</b> (0.03600) [ 0.65462]	<b>-0.017236</b> (0.02331) [-0.73949]	<b>-0.017723</b> (0.01492) [-1.18810]	<b>0.024111</b> (0.02140) [ 1.12678]	<b>-0.005172</b> (0.01883) [-0.27472]	<b>-0.002327</b> (0.01741) [-0.13364]	<b>-0.000122</b> (0.02242) [-0.00544]
REND_MEX(-4)	<b>-0.003438</b> (0.03597) [-0.09559]	<b>0.038594</b> (0.02329) [ 1.65737]	<b>0.002310</b> (0.01490) [ 0.15502]	<b>0.000395</b> (0.02138) [ 0.01846]	<b>-0.002838</b> (0.01881) [-0.15087]	<b>0.013749</b> (0.01740) [ 0.79027]	<b>-0.045532</b> (0.02240) [-2.03295]
REND_MEX(-5)	<b>0.034342</b> (0.03587) [ 0.95733]	<b>0.007877</b> (0.02323) [ 0.33915]	<b>-0.007032</b> (0.01486) [-0.47308]	<b>-0.014217</b> (0.02132) [-0.66677]	<b>-0.000653</b> (0.01876) [-0.03481]	<b>0.001464</b> (0.01735) [ 0.08438]	<b>0.044975</b> (0.02234) [ 2.01336]
REND_USA(-1)	-0.096426 (0.05338) [-1.80627]	<b>0.035291</b> (0.03456) [ 1.02106]	<b>-0.010698</b> (0.02212) [-0.48362]	<b>0.456778</b> (0.03173) [ 14.3954]	<b>0.329907</b> (0.02792) [ 11.8171]	<b>0.302518</b> (0.02582) [ 11.7147]	<b>0.298205</b> (0.03324) [ 8.97044]
REND_USA(-2)	-0.072707 (0.05620) [-1.29368]	<b>-0.039150</b> (0.03639) [-1.07590]	<b>-0.028123</b> (0.02329) [-1.20761]	<b>0.040061</b> (0.03341) [ 1.19922]	<b>0.046934</b> (0.02939) [ 1.59687]	<b>-0.035812</b> (0.02719) [-1.31726]	<b>-0.078301</b> (0.03500) [-2.23733]
REND_USA(-3)	0.077426 (0.05618) [ 1.37811]	<b>-0.016469</b> (0.03638) [-0.45275]	<b>-0.023765</b> (0.02328) [-1.02085]	<b>0.105202</b> (0.03339) [ 3.15030]	<b>0.004010</b> (0.02938) [ 0.13647]	<b>0.105831</b> (0.02718) [ 3.89408]	<b>0.059427</b> (0.03499) [ 1.69860]



	REND_BRA	REND_MEX	REND_USA	REND_HK	REND_JP	REND_SING	REND_MAL
REND_USA(-4)	0.037108 (0.05635) [ 0.65850]	<b>-0.027565</b> (0.03648) [-0.75553]	<b>-0.019309</b> (0.02335) [-0.82693]	<b>0.051243</b> (0.03349) [ 1.52987]	<b>0.019564</b> (0.02947) [ 0.66388]	<b>0.056235</b> (0.02726) [ 2.06297]	<b>0.023070</b> (0.03509) [ 0.65742]
REND_USA(-5)	0.036177 (0.05621) [ 0.64362]	<b>-0.018939</b> (0.03639) [-0.52042]	<b>-0.018315</b> (0.02329) [-0.78640]	<b>-0.001852</b> (0.03341) [-0.05542]	<b>0.060758</b> (0.02939) [ 2.06699]	<b>-0.020989</b> (0.02719) [-0.77196]	<b>-0.059622</b> (0.03500) [-1.70339]
REND_HK(-1)	<b>-0.008565</b> (0.03855) [-0.22219]	<b>-0.006932</b> (0.02496) [-0.27778]	<b>-0.005964</b> (0.01597) [-0.37337]	<b>-0.050857</b> (0.02291) [-2.21966]	<b>-0.007380</b> (0.02016) [-0.36608]	<b>0.039549</b> (0.01865) [ 2.12096]	<b>0.075313</b> (0.02400) [ 3.13753]
REND_HK(-2)	<b>0.025810</b> (0.03871) [ 0.66674]	<b>0.036177</b> (0.02506) [ 1.44345]	<b>0.029992</b> (0.01604) [ 1.86983]	<b>-0.041496</b> (0.02301) [-1.80351]	<b>0.009365</b> (0.02024) [ 0.46260]	<b>0.013784</b> (0.01873) [ 0.73610]	<b>0.008100</b> (0.02411) [ 0.33603]
REND_HK(-3)	<b>0.106615</b> (0.03847) [ 2.77136]	<b>0.033605</b> (0.02491) [ 1.34920]	<b>0.013246</b> (0.01594) [ 0.83097]	<b>0.105377</b> (0.02287) [ 4.60841]	<b>-0.007479</b> (0.02012) [-0.37177]	<b>0.055467</b> (0.01861) [ 2.98061]	<b>0.034943</b> (0.02396) [ 1.45865]
REND_HK(-4)	<b>-0.066876</b> (0.03850) [-1.73712]	<b>-0.024455</b> (0.02493) [-0.98112]	<b>0.013996</b> (0.01595) [ 0.87736]	<b>-0.025331</b> (0.02288) [-1.10699]	<b>-0.020752</b> (0.02013) [-1.03073]	<b>-0.007334</b> (0.01862) [-0.39382]	<b>0.009784</b> (0.02397) [ 0.40812]
REND_HK(-5)	<b>-0.041476</b> (0.03742) [-1.10830]	<b>-0.022738</b> (0.02423) [-0.93846]	<b>-0.032329</b> (0.01551) [-2.08486]	<b>-0.014564</b> (0.02224) [-0.65477]	<b>-0.005556</b> (0.01957) [-0.28392]	<b>-0.008396</b> (0.01810) [-0.46381]	<b>-0.064776</b> (0.02330) [-2.77962]
REND_JP(-1)	<b>0.068910</b> (0.03814) [ 1.80671]	<b>0.006570</b> (0.02469) [ 0.26606]	<b>-0.016728</b> (0.01580) [-1.05844]	<b>-0.088303</b> (0.02267) [-3.89503]	<b>-0.101937</b> (0.01995) [-5.11060]	<b>-0.046187</b> (0.01845) [-2.50335]	<b>-0.016046</b> (0.02375) [-0.67559]
REND_JP(-2)	<b>-0.032925</b> (0.03840) [-0.85746]	<b>-0.023856</b> (0.02486) [-0.95959]	<b>-0.013141</b> (0.01591) [-0.82590]	<b>-0.038774</b> (0.02282) [-1.69887]	<b>-0.048216</b> (0.02008) [-2.40109]	<b>-0.010878</b> (0.01857) [-0.58563]	<b>-0.003219</b> (0.02391) [-0.13462]
REND_JP(-3)	<b>0.022826</b> (0.03841) [ 0.59422]	<b>0.031548</b> (0.02487) [ 1.26851]	<b>0.008680</b> (0.01592) [ 0.54536]	<b>-0.010416</b> (0.02283) [-0.45620]	<b>-0.004326</b> (0.02009) [-0.21533]	<b>-0.022394</b> (0.01858) [-1.20520]	<b>0.012727</b> (0.02392) [ 0.53205]
REND_JP(-4)	<b>0.114382</b> (0.03834) [ 2.98310]	<b>0.014581</b> (0.02483) [ 0.58734]	<b>-0.015112</b> (0.01589) [-0.95118]	<b>0.021692</b> (0.02279) [ 0.95180]	<b>-0.009237</b> (0.02005) [-0.46065]	<b>0.004077</b> (0.01855) [ 0.21981]	<b>0.037538</b> (0.02388) [ 1.57216]
REND_JP(-5)	<b>-0.014063</b> (0.03785) [-0.37158]	<b>0.011270</b> (0.02450) [ 0.45993]	<b>0.000676</b> (0.01568) [ 0.04312]	<b>0.006317</b> (0.02250) [ 0.28079]	<b>-0.007303</b> (0.01979) [-0.36899]	<b>-0.017503</b> (0.01831) [-0.95605]	<b>-0.007434</b> (0.02357) [-0.31542]
REND_SING(-1)	<b>-0.004581</b> (0.04738) [-0.09668]	<b>0.000366</b> (0.03068) [ 0.01193]	<b>0.001962</b> (0.01963) [ 0.09991]	<b>0.044581</b> (0.02816) [ 1.58286]	<b>0.017466</b> (0.02478) [ 0.70484]	<b>0.063492</b> (0.02292) [ 2.76998]	<b>0.010518</b> (0.02951) [ 0.35646]
REND_SING(-2)	<b>0.014744</b> (0.04725) [ 0.31202]	<b>0.008594</b> (0.03059) [ 0.28090]	<b>4.02E-05</b> (0.01958) [ 0.00205]	<b>-0.008059</b> (0.02809) [-0.28693]	<b>0.008315</b> (0.02471) [ 0.33648]	<b>-0.050274</b> (0.02286) [-2.19933]	<b>-0.003623</b> (0.02943) [-0.12314]
REND_SING(-3)	<b>-0.018812</b> (0.04720) [-0.39854]	<b>0.022379</b> (0.03056) [ 0.73226]	<b>0.024120</b> (0.01956) [ 1.23322]	<b>-0.040009</b> (0.02806) [-1.42601]	<b>0.016111</b> (0.02469) [ 0.65268]	<b>-0.007986</b> (0.02283) [-0.34976]	<b>0.036903</b> (0.02939) [ 1.25547]

	REND_BRA	REND_MEX	REND_USA	REND_HK	REND_JP	REND_SING	REND_MAL
REND_SING(-4)	<b>0.055877</b> (0.04707) [ 1.18706]	<b>0.048105</b> (0.03048) [ 1.57845]	<b>0.015548</b> (0.01950) [ 0.79716]	<b>-0.038978</b> (0.02798) [-1.39314]	<b>-0.030953</b> (0.02462) [-1.25740]	<b>-0.018340</b> (0.02277) [-0.80543]	<b>-0.029159</b> (0.02931) [-0.99479]
REND_SING(-5)	<b>0.048033</b> (0.04649) [ 1.03322]	<b>0.062472</b> (0.03010) [ 2.07553]	<b>0.025586</b> (0.01926) [ 1.32823]	<b>0.007228</b> (0.02763) [ 0.26157]	<b>-0.023576</b> (0.02431) [-0.96974]	<b>-0.031241</b> (0.02249) [-1.38921]	<b>0.020750</b> (0.02895) [ 0.71678]
REND_MAL(-1)	<b>-0.071365</b> (0.03243) [-2.20026]	<b>-0.006445</b> (0.02100) [-0.30690]	<b>0.015833</b> (0.01344) [ 1.17811]	<b>0.040571</b> (0.01928) [ 2.10446]	<b>0.021327</b> (0.01696) [ 1.25734]	<b>0.047046</b> (0.01569) [ 2.99854]	<b>0.037326</b> (0.02020) [ 1.84805]
REND_MAL(-2)	<b>0.036615</b> (0.03211) [ 1.14040]	<b>0.033495</b> (0.02079) [ 1.61132]	<b>0.008753</b> (0.01330) [ 0.65793]	<b>-0.013974</b> (0.01908) [-0.73224]	<b>-0.002361</b> (0.01679) [-0.14060]	<b>0.040148</b> (0.01553) [ 2.58499]	<b>0.017122</b> (0.01999) [ 0.85638]
REND_MAL(-3)	<b>-0.117451</b> (0.03212) [-3.65612]	<b>-0.050607</b> (0.02080) [-2.43317]	<b>-0.011222</b> (0.01331) [-0.84308]	<b>-0.052917</b> (0.01909) [-2.77135]	<b>0.004963</b> (0.01680) [ 0.29539]	<b>0.002927</b> (0.01554) [ 0.18835]	<b>-0.002684</b> (0.02000) [-0.13419]
REND_MAL(-4)	<b>-0.019590</b> (0.03220) [-0.60832]	<b>-0.034047</b> (0.02085) [-1.63296]	<b>-0.009540</b> (0.01334) [-0.71497]	<b>-0.006045</b> (0.01914) [-0.31581]	<b>-0.008536</b> (0.01684) [-0.50688]	<b>0.007039</b> (0.01558) [ 0.45187]	<b>-0.101477</b> (0.02005) [-5.06028]
REND_MAL(-5)	<b>-0.043050</b> (0.03225) [-1.33478]	<b>-0.048854</b> (0.02088) [-2.33955]	<b>0.001129</b> (0.01336) [ 0.08451]	<b>-0.019292</b> (0.01917) [-1.00634]	<b>0.018634</b> (0.01687) [ 1.10475]	<b>0.048486</b> (0.01560) [ 3.10774]	<b>0.095158</b> (0.02008) [ 4.73797]
C	<b>0.001373</b> (0.00049) [ 2.80047]	<b>0.000613</b> (0.00032) [ 1.92981]	<b>0.000429</b> (0.00020) [ 2.11265]	<b>-0.000246</b> (0.00029) [-0.84518]	<b>-0.000446</b> (0.00026) [-1.73763]	<b>-0.000224</b> (0.00024) [-0.94532]	<b>-0.000219</b> (0.00031) [-0.71699]
R-squared	<b>0.035250</b>	<b>0.025799</b>	<b>0.011094</b>	<b>0.191593</b>	<b>0.105744</b>	<b>0.151015</b>	<b>0.092526</b>
Adj. R-squared	0.023234	0.013665	-0.001223	0.181523	0.094606	0.140440	0.081223
Sum sq. resids	1.882376	0.789064	0.323190	0.665035	0.514803	0.440470	0.729934
S.E. equation	0.025882	0.016757	0.010724	0.015384	0.013535	0.012520	0.016117
F-statistic	2.933484	2.126143	0.900682	19.02772	9.493676	14.28097	8.185925
Log likelihood	6379.676	7616.894	8887.075	7860.237	8224.605	8446.508	7727.735
Akaike AIC	-4.457959	-5.327403	-6.220010	-5.498410	-5.754466	-5.910406	-5.405295
Schwarz SC	-4.382649	-5.252093	-6.144700	-5.423100	-5.679156	-5.835096	-5.329985
Mean dependent	0.001322	0.000576	0.000362	9.63E-05	-0.000174	-3.55E-05	-6.93E-05
S.D. dependent	0.026188	0.016873	0.010718	0.017005	0.014225	0.013504	0.016814
Determinant Residual Covariance		1.16E-26					
Log Likelihood (d.f. adjusted)		56707.01					
Akaike Information Criteria		-39.67324					
Schwarz Criteria		-39.14607					

Figura 5: tabella dei coefficienti ottenuti dalla regressione con un modello VAR(5).

Per quanto riguarda l'equazione relativa ai rendimenti degli Stati Uniti, si può notare la presenza di una sola variabile esplicativa e della costante. Anche le equazioni dei rendimenti di Brasile e Messico sono caratterizzate dalla presenza di un numero limitato di esplicative.

Si può quindi dedurre che gli indici americani non vengono influenzati o solo in minima parte (Brasile), dagli indici asiatici.

Nelle quattro equazioni relative agli indici asiatici invece, si può notare la presenza della variabile relativa ai rendimenti Usa al ritardo primo, di quella relativa ai rendimenti di Hong Kong al ritardo primo e, per Hong Kong, Giappone e Singapore, è presente anche la variabile esplicativa dei rendimenti del Giappone al ritardo primo.

Quindi, le equazioni degli indici asiatici sono caratterizzate dalla presenza di un numero maggiore di esplicative rispetto a quelle degli indici americani.

Vengono riportati ora i grafici per le distanze calcolati sui residui del VAR:

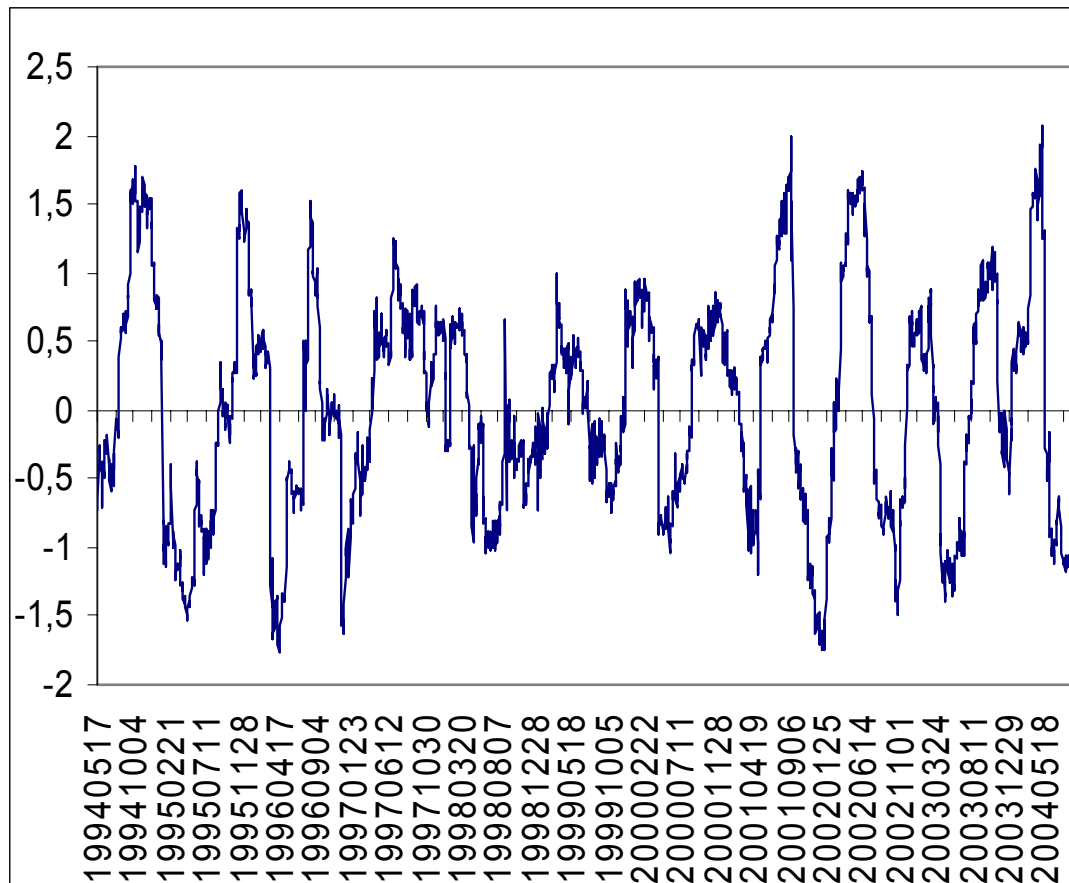


Figura 6: grafico delle differenze semplici tra le correlazioni dei residui VAR degli indici asiatici.

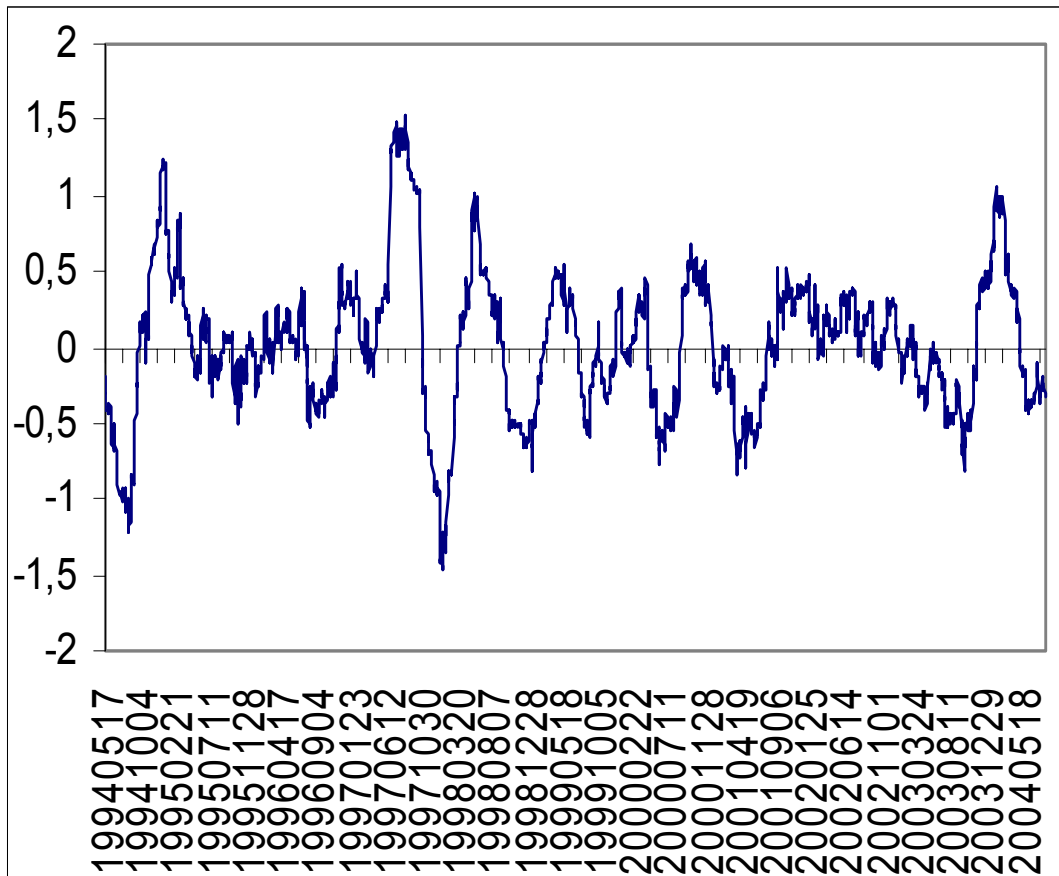


Figura 7: grafico delle differenze semplici tra le correlazioni dei residui VAR degli indici americani.

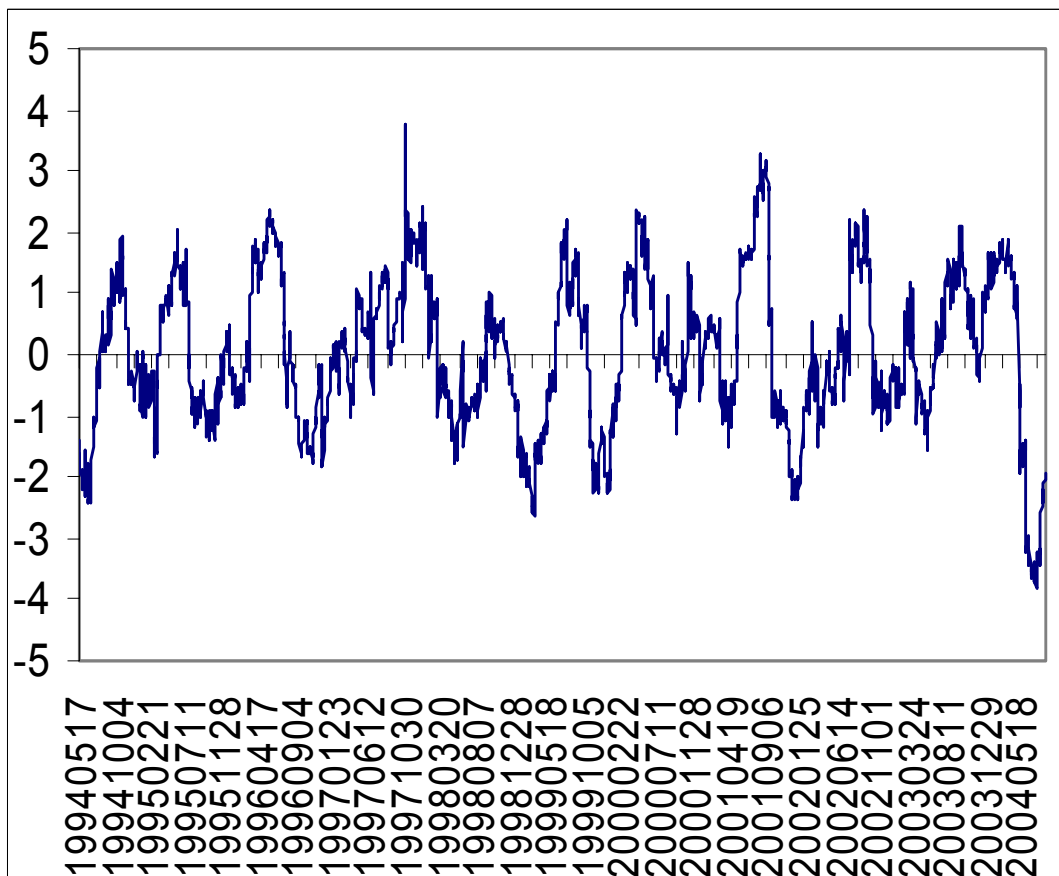


Figura 8: grafico delle differenze semplici tra le correlazioni dei residui VAR degli indici americani ed asiatici.

Per quanto riguarda il grafico relativo indici americani (figura 7), l'andamento delle differenze semplici resta invariato rispetto al grafico precedente relativo ai rendimenti. Non vi sono cambiamenti né per quanto riguarda i picchi significativi né nella scala di oscillazione.

La modellazione degli indici asiatici sulla media ha invece prodotto alcune differenze rispetto ai rendimenti.

In figura 6 possiamo infatti notare una diminuzione della scala di oscillazione. Inoltre, il picco precedentemente rilevato sui rendimenti in corrispondenza del 1995, non è più così evidente mentre si sono accentuate le oscillazioni intorno al periodo 2001-2002 e nel 2004. Esse si aggirano intorno ad un valore pari a 1,98 mentre per il grafico dei rendimenti erano dell'ordine di 1,7 e 1,8 rispettivamente.

## 2.3 STIMA DI UN MODELLO GARCH(1,1)

L'approccio utilizzato precedentemente, ovvero la modellazione delle dinamiche in media tramite l'uso di un modello VAR(5), non tiene conto dell'andamento della volatilità. È infatti importante sottolineare che la presenza di dinamiche sulla volatilità e quindi la presenza di eteroschedasticità nelle serie analizzate portano a stime distorte dei coefficienti. È quindi opportuno ovviare a questo problema mediante la modellazione della varianza. Un secondo approccio all'analisi del contagio è infatti quello della stima di modelli del tipo ARCH-GARCH o TARARCH per catturare le dinamiche della volatilità. A questo scopo, sui residui ottenuti dalla precedente stima del VAR sono stati applicati tali modelli.

Per quanto riguarda i modelli del tipo ARCH, essi richiedono spesso molti parametri per descrivere in maniera adeguata il processo di volatilità di un rendimento. Sono quindi stati introdotti modelli del tipo GARCH (Bollerslev, 1986), estensione dei modelli ARCH sopra citati, che permettono stime più parsimoniose in termini di parametri.

I modelli GARCH sono caratterizzati dalle seguenti equazioni:

$$a_t = r_t - \mu_t, \quad \text{serie dei rendimenti corretti per la media}$$

$$a_t = \sigma_t \varepsilon_t$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_i a_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^s \beta_j \sigma_{t-j}^2$$

Tuttavia da un'osservazione a livello empirico, si è notato che spesso, nei mercati azionari, i movimenti al ribasso nel mercato tendono ad essere seguiti da una volatilità maggiore di quella risultante da movimenti al rialzo della stessa scala di grandezza. Questo implica un impatto asimmetrico degli *shock* negativi e di quelli positivi sulla volatilità (varianza condizionata). Il fenomeno descritto è conosciuto come effetto *leverage*. Un modello GARCH non coglie in maniera adeguata questo effetto perché tratta in maniera simmetrica sia gli *shock* positivi che quelli negativi. Infatti i quadrati delle innovazioni esercitano lo stesso impatto sulla varianza condizionata, indipendentemente dal segno delle innovazioni stesse. Introducendo delle modificazioni nell'equazione della varianza condizionata è possibile tener conto di tale asimmetria.

A tale scopo sono stati introdotti i modelli del tipo TARARCH.

Le equazioni caratteristiche dei modelli TARARCH sono le seguenti:

$$a_t = \sigma_t \varepsilon_t$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 a_{t-1}^2 + \gamma D_{t-1} a_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2$$

dove

$$D_{t-1} = \begin{cases} 1 & \text{se } a_{t-1} < 0 \\ 0 & \text{se } a_{t-1} \geq 0 \end{cases}$$

Per quanto riguarda l'analisi grafica, vengono ora riportati l'output di stima ed i grafici delle differenze tra le correlazioni calcolate sui residui della modellazione GARCH.

	resid_usa	resid_mex	resid_bra	resid_jp	resid_hk	resid_sing	resid_mal
mean equation							
<b>C</b>	-5.42E-06 (0.9727)	0.000143 (0.5782)	-0.000409 0.2430	-2.39E-05 (0.9142)	3.00E-05 (3.00E-05)	-0.000136 (0.4463)	0.000125 (0.5393)
variance equation							
<b>C</b>	1.73E-06 (0.0003)	4.30E-06 (0.0000)	1.34E-05 (0.0000)	3.97E-06 (0.0092)	3.02E-06 (0.0000)	3.22E-06 (0.0044)	1.56E-06 (0.0157)
<b>ARCH(1)</b>	0.007048 (0.6096)	0.026196 (0.0364)	0.046522 (0.0014)	0.025168 (0.0349)	0.022517 (0.0428)	0.053766 (0.0023)	0.045564 (0.0015)
<b>(RESID&lt;0)*ARCH</b>	0.117528 (0.0000)	0.135958 (0.0000)	0.111116 (0.0001)	0.078820 (0.0000)	0.091794 (0.0000)	0.090606 (0.0024)	0.082030 (0.0015)
<b>GARCH(1)</b>	0.918365 (0.0000)	0.895484 (0.0000)	0.874901 (0.0000)	0.914508 (0.0000)	0.916561 (0.0000)	0.883361 (0.0000)	0.908539 (0.0000)

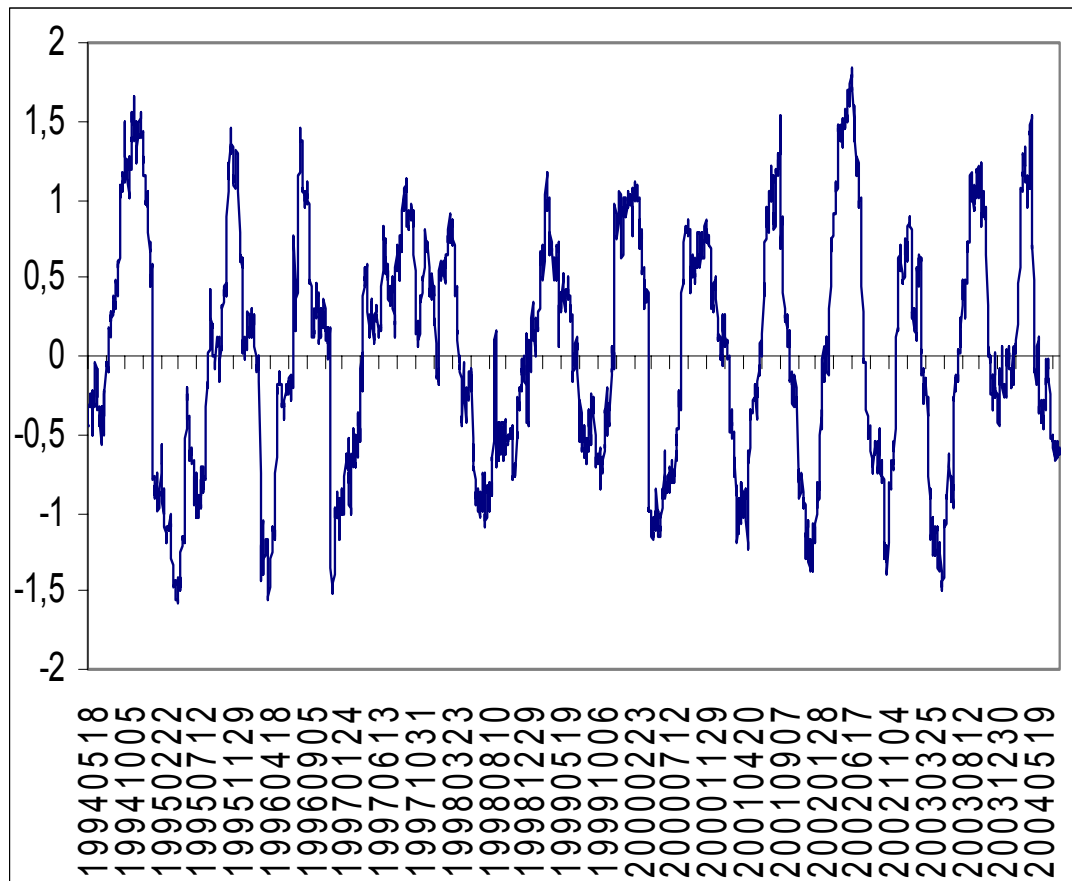


Figura 10: grafico delle differenze semplici tra le correlazioni dei residui standardizzati degli indici asiatici.

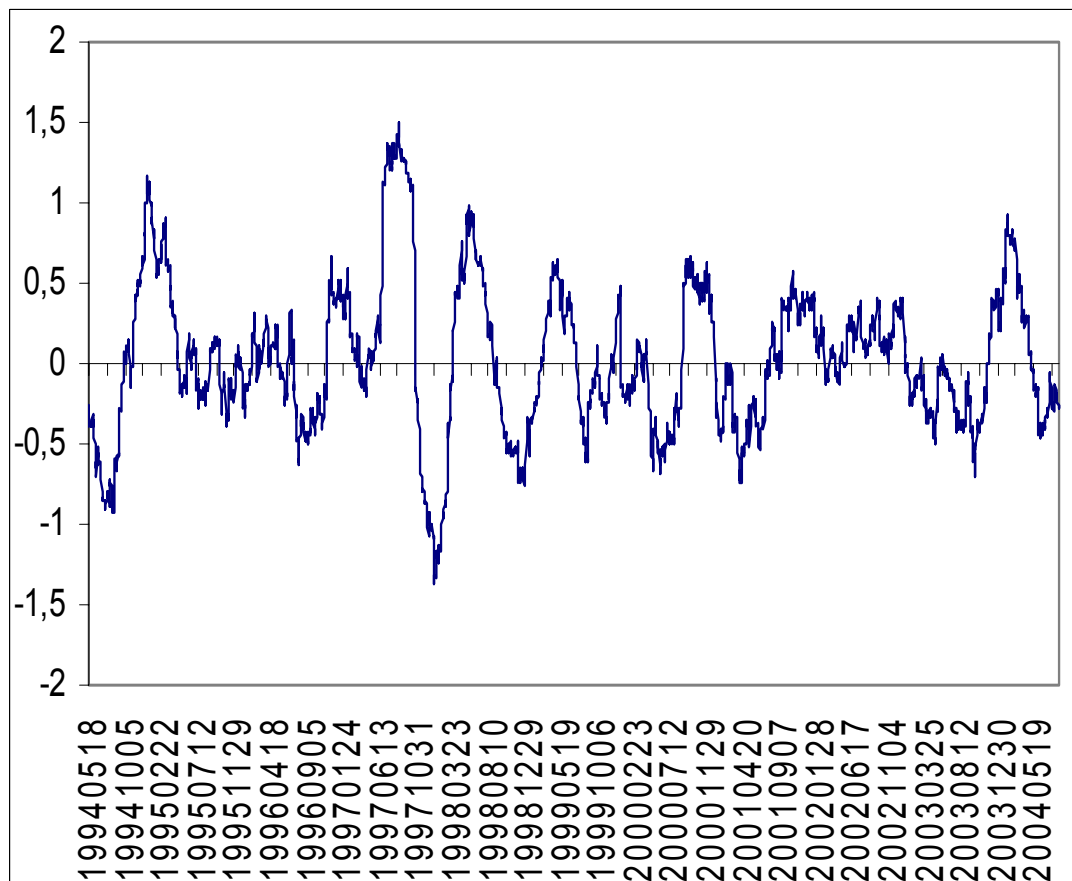


Figura 11: grafico delle differenze semplici tra le correlazioni dei residui standardizzati degli indici americani.

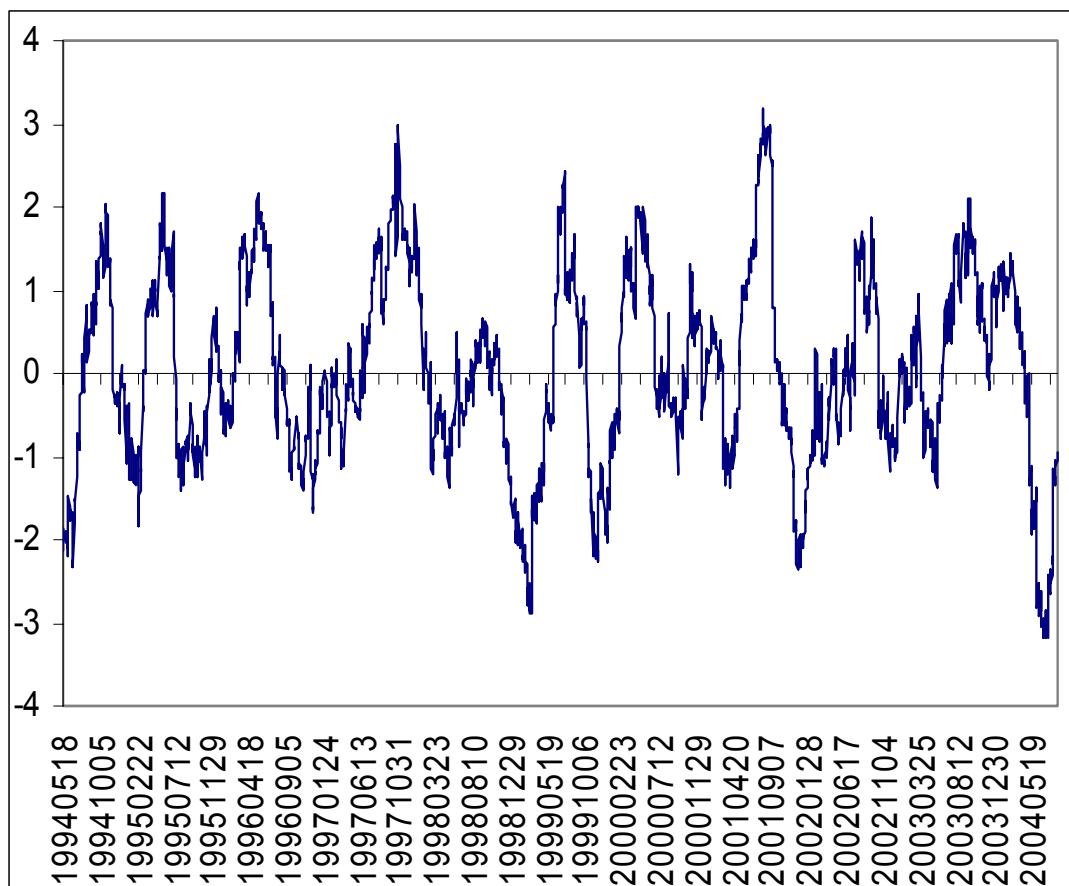


Figura 12: grafico delle differenze semplici tra le correlazioni dei residui standardizzati degli indici americani ed asiatici.

Il grafico relativo agli indici asiatici presenta alcune differenze rispetto a quello precedente ottenuto dopo la stima del modello VAR. Si può notare una diminuzione dei picchi prima individuati, in particolare per quello relativo al 2001 si passa da un valore pari a 1,99 ad un valore di 1,7; mentre per quello del 2004 si passa da un valore di 1,98 ad uno di 1,43.

Anche per i picchi negativi si assiste allo stesso fenomeno; in particolare quello del 2004 passa da un valore di -1,2 ad un valore pari a 0,59 dopo l'applicazione del modello GARCH.

Per ciò che riguarda invece i grafici relativi agli indici americani, anche in questo caso è evidente una diminuzione consistente per il picco relativo al 2004; da un valore di 1,05 si passa ad un valore pari a 0,82. Invece il picco relativo al 1997 resta invariato. Infine anche in questo caso i picchi negativi sono caratterizzati da una forte diminuzione.

Lo stesso accade per il grafico relativo agli indici asiatici e americani, anche se in maniera meno evidente. Inoltre è da segnalare l'aumento di un picco negativo in corrispondenza del mese di marzo del 1999.

Da tali analisi è possibile dedurre che la modellazione della varianza effettuata con i GARCH ha eliminato effetti di disturbo dovuti ad un eventuale aumento di volatilità dopo una crisi



finanziaria. Ciò spiega la diminuzione dell'intervallo di oscillazione. È da sottolineare infine, che tutti i modelli stimati sono del tipo TARARCH, quindi modelli asimmetrici. Tramite questo modello si è potuto cogliere l'impatto asimmetrico degli *shock* sulla volatilità (effetto *leverage*). Questo spiega la diminuzione maggiore verificatasi nei picchi negativi.

## 2.4 STIMA DI UN MODELLO GARCH(1,1) CON AGGIUNTA DI ESOGENE

In questo paragrafo si esaminano gli effetti dell'introduzione di variabili esogene all'interno delle equazioni GARCH precedentemente stimate. Le variabili introdotte sono i quadrati dei residui VAR al ritardo precedente. Tali variabili aggiungono informazioni rilevanti per migliorare il modello.

Nello specifico bisogna considerare che i diversi mercati azionari sono aperti in orari differenti ed inoltre risentono dell'influenza dovuta a informazioni che provengono da mercati già aperti oppure chiusi da poco; questo a causa anche del fuso orario che intercorre tra i paesi considerati.

Per cogliere tali informazioni sono state perciò introdotte le variabili sopra descritte.

Di seguito è riportato l'output di stima dei modelli GARCH per ogni singolo indice con l'aggiunta delle variabili esogene.

	resid_usa	resid_mex	resid_bra	resid_jp	resid_hk	resid_sing	resid_mal
mean equation							
<b>C</b>	0.000272 (0.0854)	0.000143 (0.5782)	-0.000362 (0.2998)	-1.71E-05 (0.9378)	1.39E-05 (0.9493)	1.44E-05 (0.9362)	9.09E-05 (0.6536)
variance equation							
<b>C</b>	1.27E-06 (0.0033)	4.30E-06 (0.0000)	1.29E-05 (0.0001)	3.21E-06 (0.0388)	3.09E-06 (0.0016)	2.13E-06 (0.0083)	6.64E-07 (0.4653)
<b>ARCH(1)</b>	0.077683 (0.0000)	0.026196 (0.0364)	0.048686 (0.0011)	0.020092 (0.0786)	-0.005560 (0.5713)	0.077682 (0.0000)	0.041079 (0.0459)
<b>(RESID&lt;0)*ARCH</b>		0.135958 (0.0000)	0.112739 (0.0001)	0.076597 (0.0001)	0.124987 (0.0000)		0.093042 (0.0006)
<b>GARCH(1)</b>	0.913676 (0.0000)	0.895484 (0.0000)	0.855174 (0.0000)	0.909187 (0.0000)	0.882363 (0.0000)	0.872447 (0.0000)	0.847191 (0.0000)
<b>RESID_BRA2(-1)</b>					-0.001586 (0.0178)		
<b>RESID_HK2(-1)</b>			0.043865 (0.0175)			0.025918 (0.0390)	0.033998 (0.0218)

RESID_JP2(-1)							
RESID_MAL2(-1)					0.020667 (0.0029)		
RESID_MEX2(-1)					0.013327 (0.0017)		0.013932 (0.0065)
RESID_SING2(-1)							
RESID_USA2(-1)				0.024873 (0.0057)	0.025869 (0.0086)		

Figura 13: tabella dei coefficienti ottenuti dalle stime con modelli GARCH-TARCH con l'aggiunta di esogene.

Analizzando i risultati ottenuti possiamo notare come le esogene relative agli indici asiatici non siano significative nelle equazioni degli indici americani (ad eccezione dell'equazione del Brasile dove è presente l'esogena calcolata per l'indice di Hong Kong).

Nelle quattro equazioni degli indici asiatici invece, è sempre presente almeno una delle esogene americane; in particolare nell'equazione di Hong Kong sono presenti tutte e tre. Perciò i mercati asiatici risentono delle informazioni provenienti dai mercati americani. Per effetto del fuso orario differente infatti, mentre i mercati borsistici asiatici sono aperti, quelli americani sono già chiusi. Le informazioni provenienti da questi ultimi quindi, influenzano i mercati asiatici e ciò è confermato dalle stime appena analizzate.

Vengono ora riportati i grafici delle differenze tra le correlazioni ricavate da tali stime.

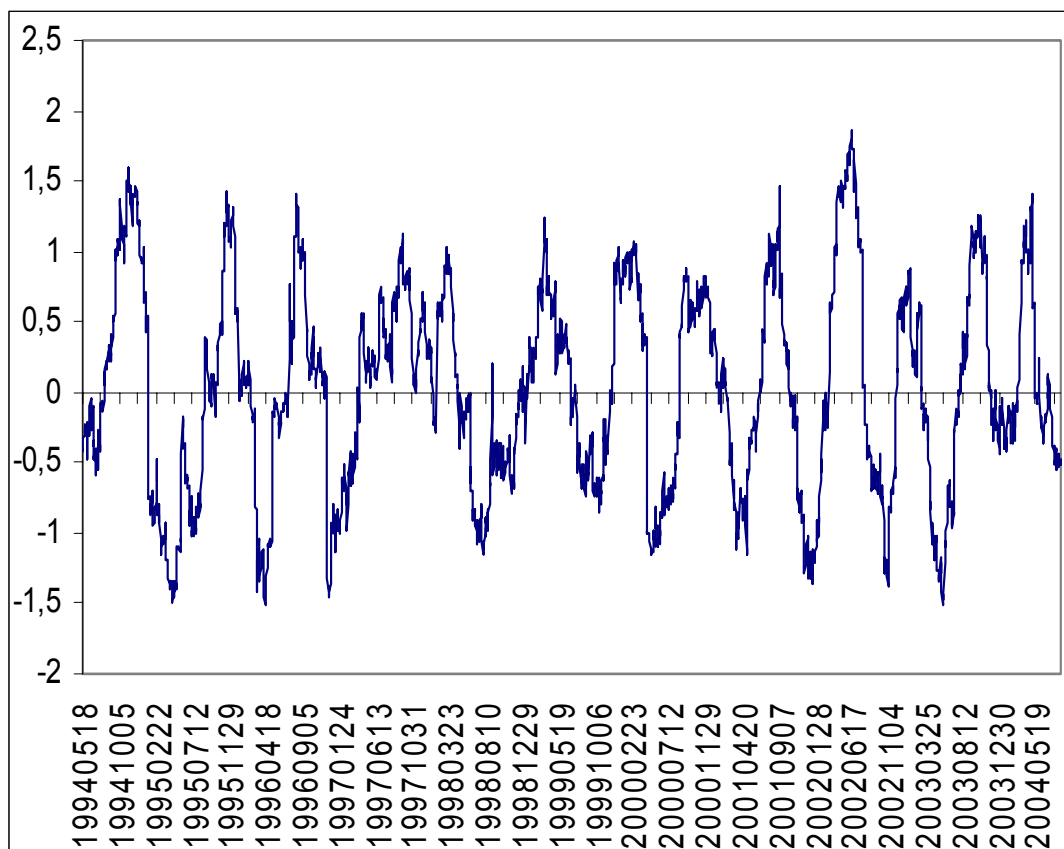


Figura 14: grafico delle differenze semplici tra le correlazioni dei residui standardizzati (con esogene) degli indici asiatici.

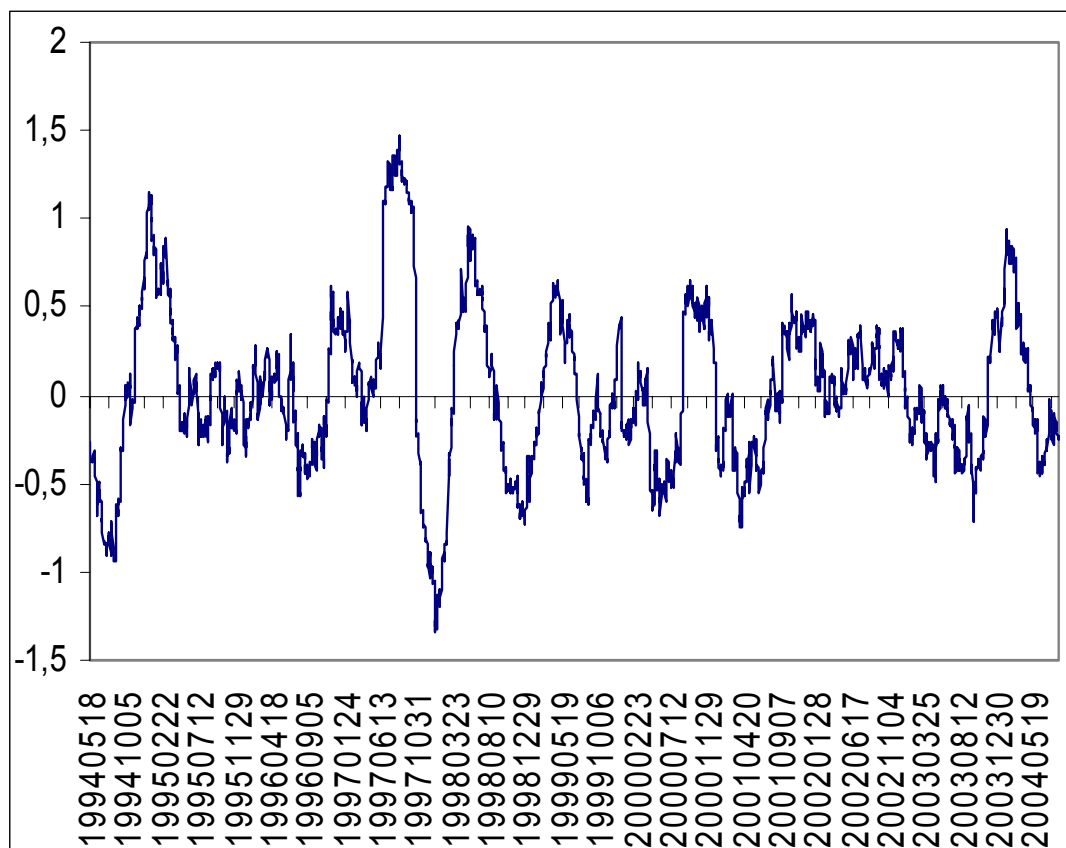


Figura 15: grafico delle differenze semplici tra le correlazioni dei residui standardizzati (con esogene) degli indici americani.

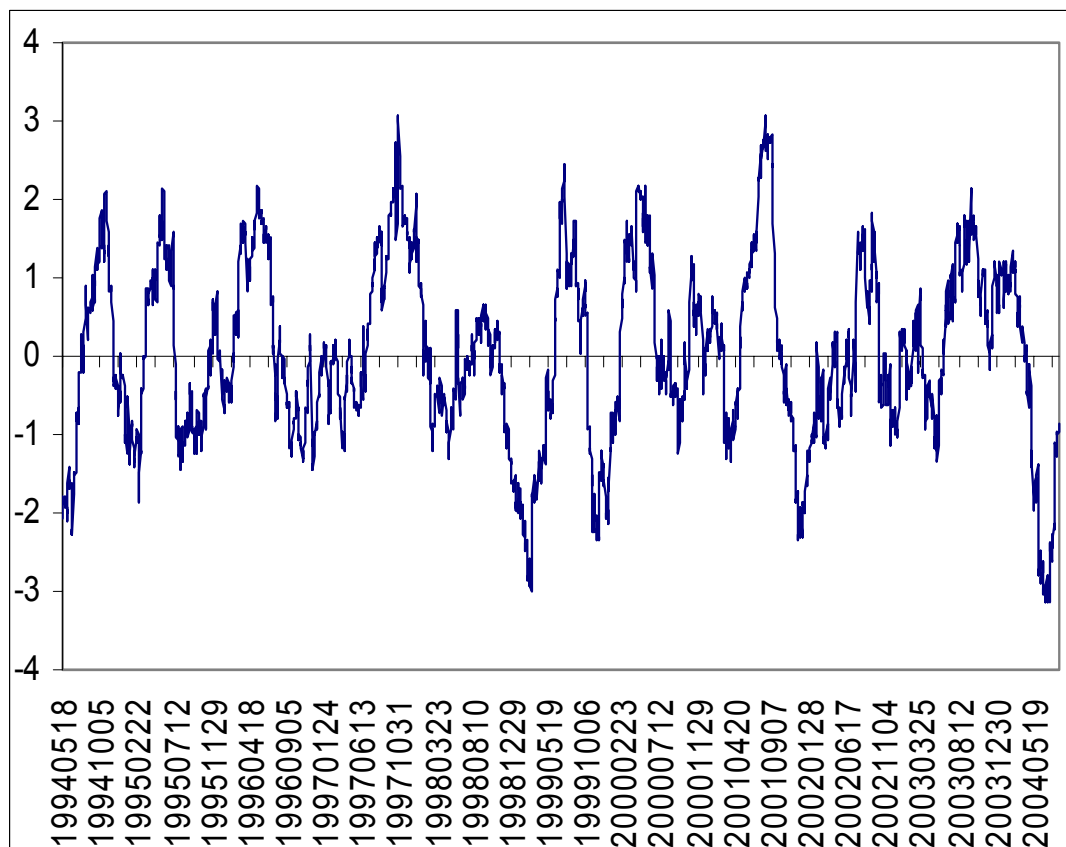


Figura 16: grafico delle differenze semplici tra le correlazioni dei residui standardizzati (con esogene) degli indici americani ed asiatici.

Per quanto riguarda il grafico relativo agli indici asiatici, non troviamo rilevanti cambiamenti ad eccezione del cavo relativo al 1996 che passa da un valore di -1,54 ad uno pari a -0,49.

La stessa situazione si ripresenta per il grafico relativo agli indici americani che resta pressoché invariato rispetto a quello precedente, prima della modellazione con le esogene.

Bisogna ricordare che tutti gli indici sono espressi in valuta locale, quindi questo può essere un elemento che influisce sulla modellazione. Invece, per ciò che riguarda gli indici americani, anche graficamente si riscontra ciò che già si era detto analizzando le stime della modellazione GARCH con esogene.

Infine, per quanto riguarda il grafico relativo alle correlazioni tra indici americani ed asiatici, si può notare un aumento per ciò che riguarda il picco relativo al 1997 e il cavo del 1999; dal 2000 in poi, invece i picchi e i cavi sono caratterizzati da valori minori rispetto a quelli riscontrati in precedenza.

Come già detto ciò è dovuto all'introduzione di variabili esogene nella modellazione che ha permesso di analizzare le correlazioni tra paesi diversi tenendo conto dell'influenza del fuso orario.

Viene ora riportato il grafico relativo alle correlazioni totali e a quelle calcolate tra indici asiatici e americani (a blocchi). Quest'ultimo non considera le relazioni tra indici dello stesso continente ma solo quelle tra indici di continenti diversi.

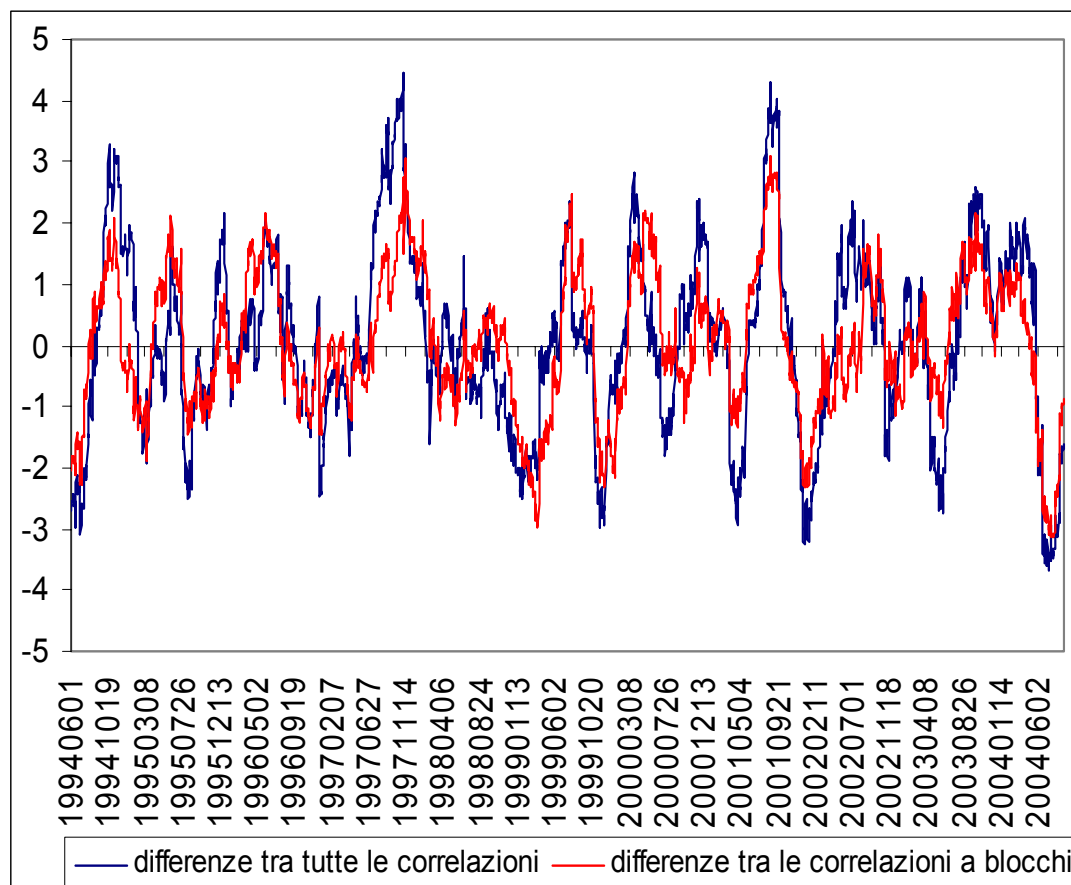


Figura 17: grafico delle differenze semplici tra le correlazioni dei residui standardizzati (con esogene) sull'insieme degli indici e sugli indici considerati a blocchi.

Questo tipo di analisi ci permette di rilevare i possibili casi di contagio, ovvero gli *shock* manifestatisi in un continente che si sono propagati in un altro continente.

I picchi rilevanti, per quanto riguarda le correlazioni a blocchi sono quelli relativi al 1995, dopo la crisi messicana del 1994, e quello relativo al 1999.

In corrispondenza di tali valori possiamo notare che il grafico delle correlazioni a blocchi si discosta da quello delle correlazioni totali, ovvero ha un ordine di grandezza maggiore.

Ciò conferma la presenza di contagio e la diffusione di *shock* a livello intercontinentale.

Le correlazioni a blocchi, infatti, non tengono conto degli *shock* interni ad uno stesso continente ma soltanto di quelli che si sono propagati anche in altri paesi.

Tali *shock* sono quelli già evidenziati dalle analisi precedenti ad ulteriore conferma della presenza di contagio.

## 2.5 ANALISI SU TRASFORMATE DELLE CORRELAZIONI

Un test per verificare la presenza di contagio in *asset* finanziari deve esaminare i cambiamenti nelle correlazioni *cross-market* tra i periodi di crisi e di stabilità. Un cambiamento statisticamente significativo nelle correlazioni viene interpretato come evidenza di contagio. Per condurre il test è necessario applicare la trasformazione di Fisher sulle correlazioni considerate; in questo modo si ottiene una distribuzione che può essere approssimata con una normale.

Definendo:

$$\rho = \text{cor}(X, Y)$$

dove  $X$  e  $Y$  rappresentano le serie dei residui del modello GARCH con aggiunta di esogene, la trasformazione di Fisher è data da:

$$U = \frac{1}{2} \log \left( \frac{1+\rho}{1-\rho} \right)$$

Asintoticamente si ottiene:

$$U \square N(\mu, \sigma^2)$$

dove la media e la varianza sono espresse come:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-3}}$$

$$\mu = \frac{1}{2} \log \left( \frac{1+\rho}{1-\rho} + \frac{\rho}{2N-2} \right)$$

Un'ulteriore trasformazione è necessaria per tener conto che il test viene condotto su delle misure di distanza (differenze tra correlazioni) e non sulle semplici correlazioni e che tali differenze sono calcolate utilizzando un metodo *rolling*, perciò, sotto l'ipotesi che:

$$\mu_1 = \mu_2 ,$$

avremo:

$$D_j = U_2 - U_1 \square N(0, 2\sigma^2)$$

$$F = \sum_j D_j \square N\left(0, \frac{2k}{N-3}\right)$$

dove  $N$  rappresenta l'ampiezza della finestra e  $k$  il numero di correlazioni calcolate.

In particolare si ha che  $N=80$  e  $k=3,6,21$  (per indici americani, asiatici, americani e asiatici rispettivamente).

Nei grafici sono inoltre state inserite le bande di confidenza ad un livello del 5%. Una fuoriuscita da tali bande rappresenta evidenza statistica di contagio.

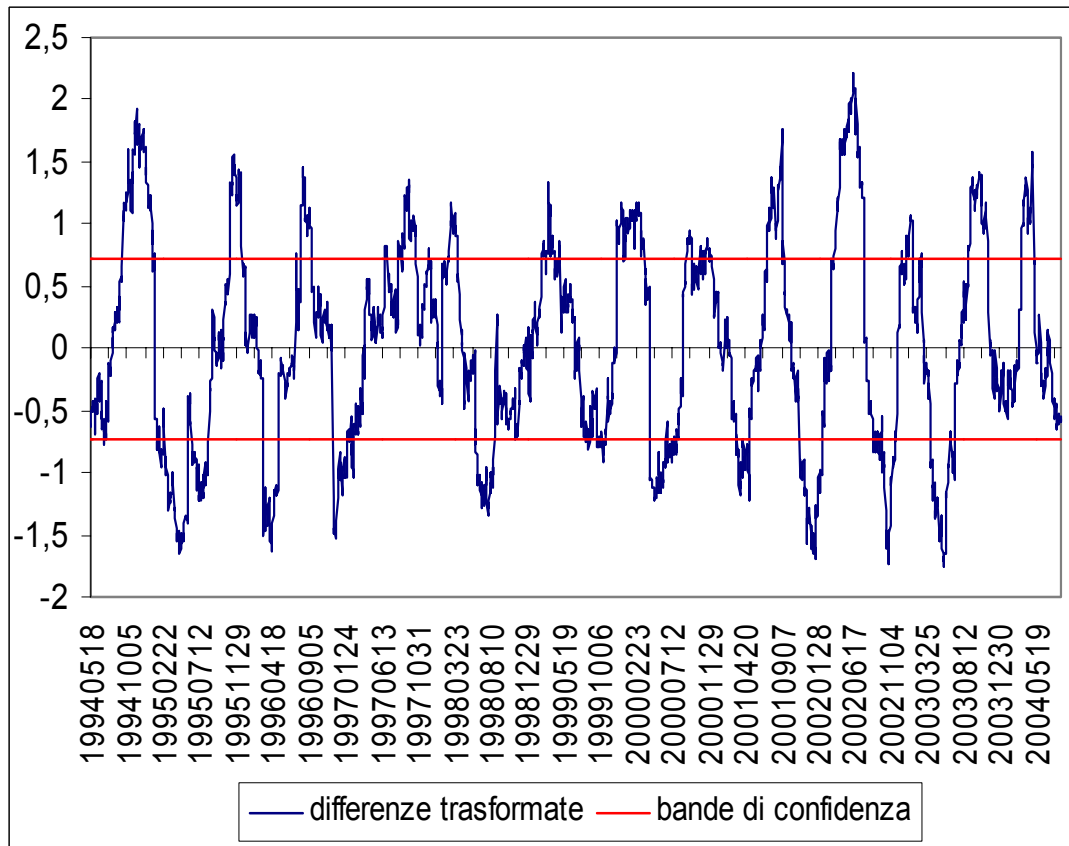


Figura 18: grafico delle differenze tra le trasformate delle correlazioni dei residui standardizzati (con esogene) degli indici asiatici.

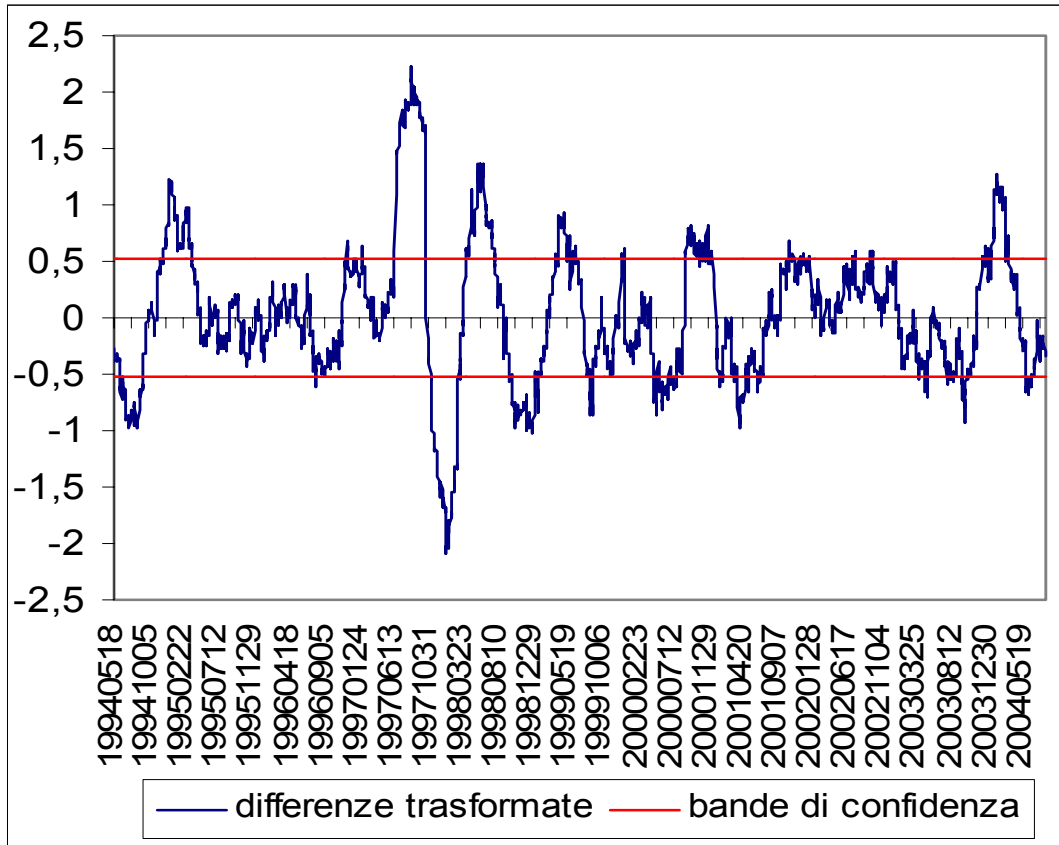


Figura 19: grafico delle differenze tra le trasformate delle correlazioni dei residui standardizzati (con esogene) degli indici americani.

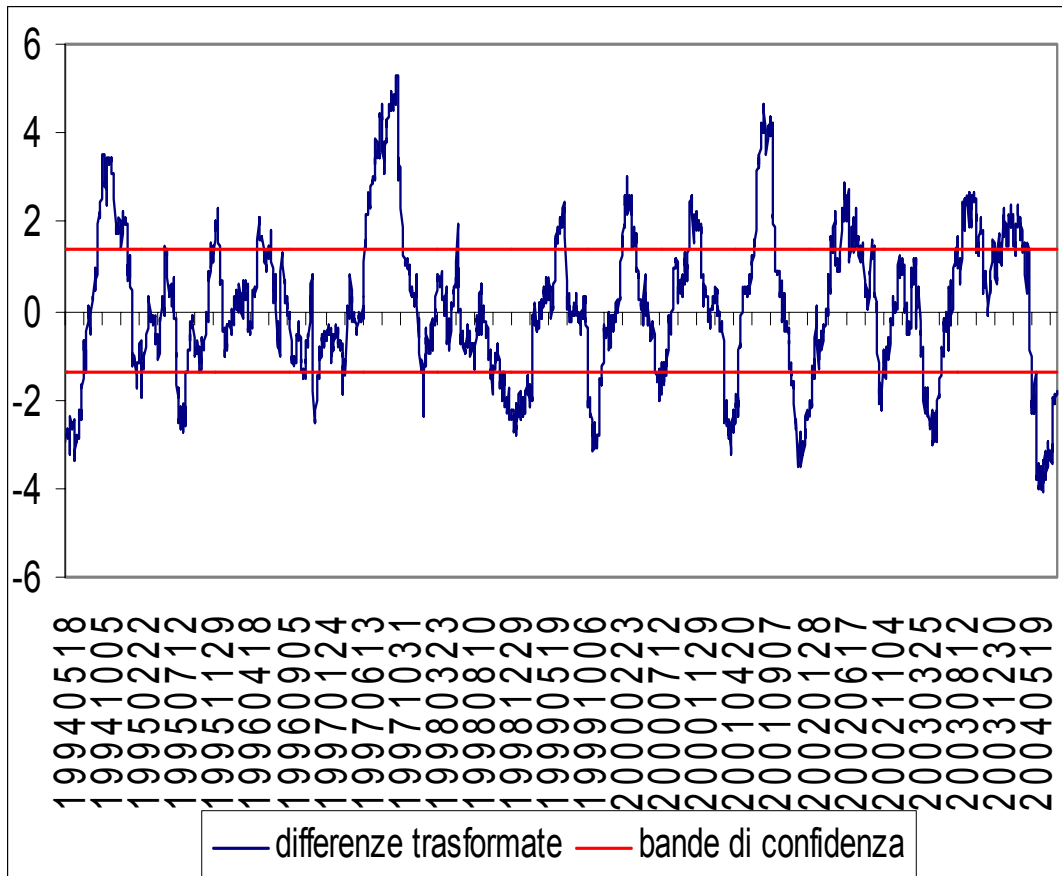


Figura 20: grafico delle differenze tra le trasformate delle correlazioni totali dei residui standardizzati (con esogene).



Da una prima analisi sui grafici, si può notare come l'ampiezza delle oscillazioni sia aumentata dopo l'applicazione della trasformazione di Fisher. In particolare, per quanto riguarda il grafico relativo agli indici asiatici il picco relativo al 1995 passa da un valore pari a 1,59 ad uno di 1,79; il cavo del 1999 passa da -1,10 a -1,35 ed infine, il picco relativo al 2001 passa da un valore di 1,85 ad uno di 2,21 e quello del 2004 da 1,10 a 1,46.

Anche per il grafico relativo agli indici americani i cambiamenti principali riguardano i picchi precedentemente elencati, in particolare quello del 1997 e quello 2004.

Infine, per ciò che riguarda il grafico relativo alle differenze delle correlazioni totali i cambiamenti più evidenti si evidenziano per i picchi del 1998, del 2001 e del 2004.

I valori delle differenze in corrispondenza dei picchi appena elencati, si collocano all'esterno delle bande di confidenza; ciò significa che la variazione tra le correlazioni risulta essere statisticamente significativa. La presenza di contagio è stata così verificata.

### **3. CONFRONTI TRA DATI ESPRESSI IN VALUTA LOCALE E DATI ESPRESSI IN VALUTA USD**

In questa sezione vengono confrontate le differenze tra le correlazioni degli indici espressi in valuta locale e quelle espresse in dollari Usa.

Gli indici utilizzati per le precedenti analisi infatti, sono espressi in valuta locale e il lavoro svolto può risentire dell'effetto dei tassi di cambio su tali indici.

Eventuali differenze riscontrate graficamente quindi, possono evidenziare questo problema.

I dati di riferimento sono quelli ricavati dalle stime delle equazioni GARCH con l'aggiunta delle variabili esogene ed il periodo di riferimento parte dal 1995. Di seguito vengono quindi riportati i grafici per il confronto. Saranno esaminate le differenze per gli indici asiatici, per quelli americani, per le correlazioni totali e per quelle tra indici asiatici e americani.

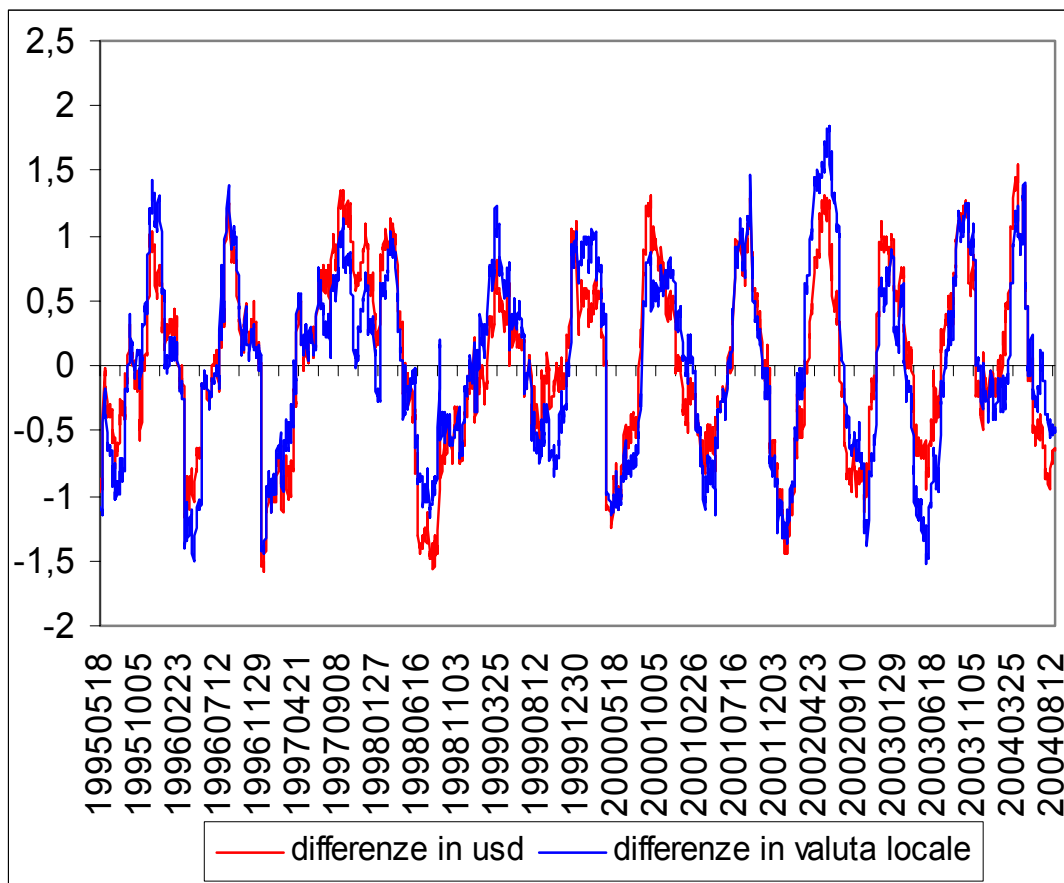


Figura 21: grafico delle differenze tra correlazioni dei residui standardizzati con esogene degli indici asiatici.

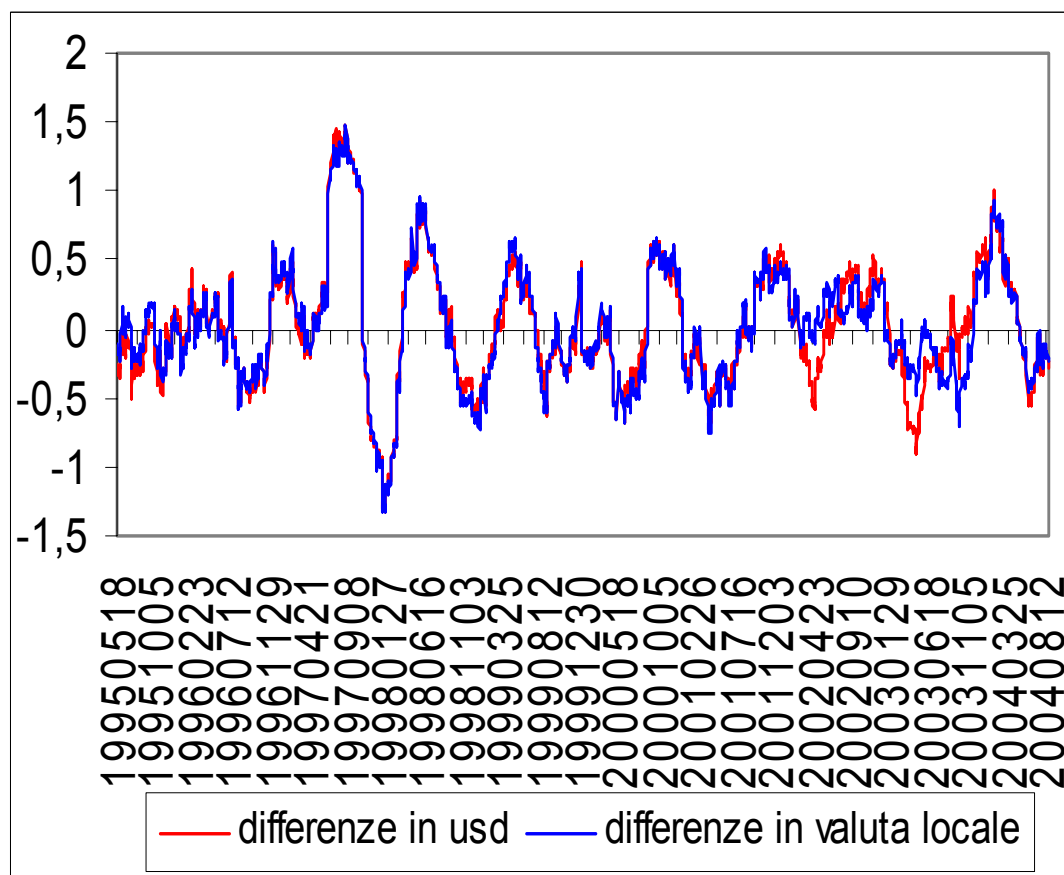


Figura 22: grafico delle differenze tra correlazioni dei residui standardizzati con esogene degli indici americani.

Il grafico relativo agli indici asiatici evidenzia una sostanziale differenza in corrispondenza dell'anno 1998. Si può notare un cavo maggiore relativamente alle differenze espresse in dollari Usa rispetto a quelle in valuta locale.

Come già evidenziato nelle analisi precedenti, il periodo in analisi è influenzato dalla precedente crisi asiatica del 1997, perciò è ragionevole pensare che anche i tassi di cambio abbiano risentito di tale crisi e quindi influenzato l'andamento delle correlazioni. Ciò spiega quindi la discrepanza riscontrata graficamente.

Per quanto riguarda invece il grafico relativo agli indici americani, notiamo una differenza nell'andamento delle differenze solo in corrispondenza dei periodi 2002 e 2003. Per quanto riguarda il 2002, si passa da un cavo del valore di -0,29 (valuta locale) ad uno del valore di -0,53 (dollari Usa), mentre per il cavo del 2003 si passa da un valore pari a -0,48 ad uno di -0,83.

Entrambi i valori dei cavi quindi, sono quasi raddoppiati in valore assoluto.

Ciò può essere dovuto all'influenza della precedente crisi argentina.

Le discrepanze finora rilevate, si riferiscono a crisi interne ai paesi analizzati; per verificare quali crisi hanno avuto un impatto anche a livello internazionale ed hanno quindi influito in maniera consistente anche sui tassi di cambio, è bene analizzare, come in precedenza, il grafico delle distanze considerate a blocchi.

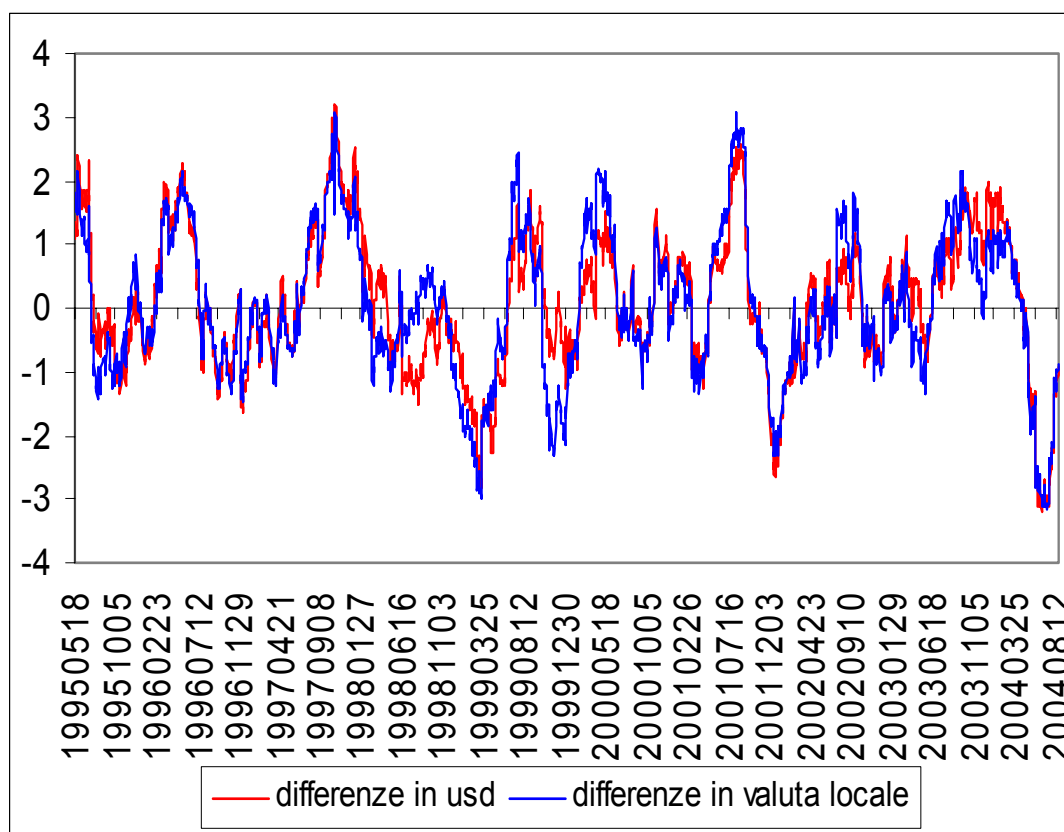


Figura 23: grafico delle differenze tra correlazioni dei residui standardizzati con esogene degli indici americani ed asiatici.

Per quanto riguarda il grafico relativo alle differenze tra le correlazioni degli indici americani ed asiatici, le discrepanze maggiori riguardano il cavo del 1998 che passa da un valore pari a -0,25 ad uno di -1,50, quello del novembre 1999 che da un valore di -0,88 passa ad uno di -2,33 e infine,

il picco relativo al dicembre del 2003 passa da un valore pari a 0,96 (valuta locale) ad uno di 1,70 (dollari Usa).

Le crisi individuate in precedenza trovano perciò un riscontro anche a livello internazionale visto che le discrepanze appena rilevate corrispondono a quelle analizzate nei singoli grafici per Asia e America.

Nonostante quindi le differenze riscontrate tra l'approccio utilizzando indici espressi in valuta locale e quello utilizzando indici espressi in dollari Usa, i risultati ottenuti sono simili.

## 4. CONCLUSIONI

Il lavoro appena presentato ha affrontato lo studio della trasmissione di *shock* finanziari a livello internazionale e la conseguente possibilità di testare la presenza di contagio.

In questo lavoro definiamo il contagio come un aumento significativo nei legami *cross-market* dopo il verificarsi di uno *shock* in un paese o in un gruppo di paesi.

Sono state calcolate le correlazioni sui rendimenti logaritmici su un set di indici azionari di paesi americani ed asiatici; in seguito sono state calcolate delle misure di distanza a partire da tali correlazioni ed è stata compiuta un'analisi grafica.

Successivamente, per tener conto delle dinamiche della media, sui rendimenti degli indici azionari è stato stimato un modello autoregressivo vettoriale VAR di ordine cinque.

Nuovamente è stata condotta un'analisi grafica sulle distanze calcolate a partire dalle correlazioni dei residui della modellazione VAR.

Il problema successivo è stato quello di correggere eventuali distorsioni nelle stime effettuate, dovute alle dinamiche delle varianze, ovvero alla presenza di eteroschedasticità.

La soluzione a tale problema è stata quella di stimare per i residui ottenuti dopo l'applicazione del VAR, dei modelli del tipo GARCH o TARCH.

Tale modellazione ha permesso di cogliere il processo della volatilità delle serie considerate, in modo da rendere le analisi sulla correlazione più precise.

Un ulteriore passo nell'analisi svolta, è stato quello di introdurre nelle stime GARCH delle variabili esogene per tenere in considerazione l'effetto del fuso orario sui differenti mercati borsistici.

Infine per testare statisticamente la presenza di contagio, è stata applicata alle serie considerate la trasformazione di Fisher.

Ciò ha permesso di ottenere una distribuzione approssimabile con una normale e, quindi, di condurre un test sulle differenze tra le correlazioni.

A livello grafico, è stato possibile riportare le bande di confidenza utili per verificare i valori estremi delle differenze che sono associabili alla presenza di contagio.

Infine, bisogna ricordare che tutte le analisi svolte hanno preso in considerazione indici espressi in valuta locale. È stato quindi interessante condurre un confronto tra le differenze espresse in valuta locale e quelle espresse in valuta USD; ciò ha permesso di individuare alcune discrepanze dovute all'effetto dei tassi di cambio.

Tutto il lavoro condotto ha portato alle medesime conclusioni ossia che, nei periodi di crisi presi in esame, si è verificato un aumento statisticamente significativo delle misure di distanza tra le correlazioni. È verificata, perciò, la presenza di contagio.

## BIBLIOGRAFIA

Allen, F., and D. Gale, 1998, Financial Contagion, *Mimeo, The Wharton School, University of Pennsylvania*.

Backus, D., Foresi, S., and L. Wu, 1999, Contagion in Financial Markets, *Mimeo, Fordham University*.

Claessens, Stijn e Kristin J. Forbes, 2001, *International Financial Contagion* (Kluwer Academic Publishers, Norwell, MA).

Forbes, Kristin J., e Roberto Rigobon, 2002, No Contagion, Only Interdependence: Measuring Stock Market Comovements, *The Journal of Finance* 52.

Forbes, Kristin J., e Roberto Rigobon, 2001, Measuring contagion: Conceptual and empirical issues, *International Financial Contagion* (Kluwer Academic Publishers, Norwell, MA).

Forbes, Kristin J., 2000, *The Asian flu and Russian virus: Firm-level evidence on how crises are transmitted internationally*, Working paper 78707, NBER.

King, Mervyn A., e Sushil Wadhvani, 1990, Transmission of volatility between stock markets, *The Review of Financial Studies* 3.

Mardi Dungey e Diana Zhumabekova, 2001, Testing for contagion using correlations: some words of caution.

Matt Pritsker, 2001, The channels for financial contagion.

Roberto Rigobon, 2001, Contagion: how to measure it?, *Nber working paper series*.

Rudiger Dornbusch, Stijn Claessens, 2000, Contagion: How it spreads and how it can be stopped.

## **RINGRAZIAMENTI**

Ringrazio il Professor Guglielmo Weber per avermi offerto l'opportunità di intraprendere un'esperienza molto importante per il mio percorso di studio presso l'azienda GRETA.

Ringrazio il Dottor Massimiliano Caporin per la sua disponibilità e per avermi aiutata con i suoi utili suggerimenti e consigli durante la stesura della tesi.

Infine ringrazio l'azienda GRETA e, in particolare, il Professor Domenico Sartore, per avermi offerto tutti gli strumenti necessari alla preparazione del mio lavoro.