

IANUS

Diritto e Finanza



Rivista di studi giuridici

<https://www.rivistaianus.it>



ISSN: 1974-9805

n. 15-16 - giugno-dicembre 2017

LA MANIPOLAZIONE
DEI MERCATI FINANZIARI:
TECNICA DI ANALISI E IL CASO FIAT 2001

Francesco Busato
Maria Carratù

LA MANIPOLAZIONE DEI MERCATI FINANZIARI: TECNICA DI ANALISI E IL CASO FIAT

Francesco Busato

Professore associato presso l'Università degli Studi di Napoli "Parthenope"

Maria Carratù

Dottoranda in Economia, statistica e sostenibilità presso l'Università degli Studi di Napoli "Parthenope"

Il lavoro applica una metodologia di analisi disegnata per rilevare eventi investigabili come manipolazioni dei mercati finanziari. L'approccio (nello spirito di Minenna, 2005; Comerton-Forde and Putjnjš, 2011) stima, tramite il modello ARIMA (1,1,q), i valori attesi di due variabili chiave (rendimenti, volumi) e verifica se queste giacciono all'interno di un intervallo di confidenza stimato per ogni data, attivando, in caso contrario, una "allerta". Come *case study*, si analizza la manipolazione del titolo Fiat del 2001 ed ha evidenziato una anomalia nei rendimenti in data 6 aprile 2001, come accertato (ex post) dalla Consob.

The paper econometrically analyzes financial market manipulation. The method (following Minenna, 2005; Comerton-Forde and Putjnjš, 2011) estimates, through ARIMA(1,1,q) models, expected values of key variables (e.g. returns, volume, static and dynamic market concentration), verifying whether they lay between estimated confidence intervals, prompting "alert" in the opposite case. We consider FIAT stock manipulation as *case study*, in which Consob has verified (ex post) abnormal return on April 6, 2001.

Sommario:

1. Introduzione
 2. Definizioni e letteratura
 - 2.1. Definizioni
 - 2.2. La letteratura scientifica
 3. Modello: teoria e stima econometrica
 - 3.1. Il modello di riferimento
 - 3.2. Stima econometrica
 - 3.3. Il Caso Fiat "revisited"
 4. Conclusioni
- Bibliografia
Appendice A - Grafici
Appendice B - Tabelle delle stime
.

1. Introduzione

Partendo dalla definizione di “mercato perfettamente concorrenziale”, che rispecchia le caratteristiche di efficienza e di trasparenza ed è fondato sulla leale concorrenza e sulla fiducia degli investitori, si possono individuare differenti pratiche scorrette che allontanano l’equilibrio di mercato dal sentiero segnato dalla teoria classica¹, la quale enuncia il meccanismo ottimo per l’allocazione efficiente delle risorse (Fama and French 2012).

Tra queste, il presente lavoro si concentra sulle c.d. *manipolazioni*² dei mercati finanziari, individuate dall’artt. 185 e 187-ter (Titolo I-bis) del D.Lgs. n.58/1998 T.U.F che disciplinano, rispettivamente, il reato di aggio³ e le modalità attraverso le quali esso si perfeziona:

1) aggio informativo o *information-based manipulation*: si formalizza in operazioni od ordini di compravendita che forniscano o siano idonei a fornire indicazioni false o fuorvianti in merito all’offerta, alla domanda o al prezzo di strumenti finanziari;

2) aggio manipolativo o *operational-based manipulation* (artt. 2637 c.c. e 185 T.U.F.): negoziazioni economiche, per quanto simulate, destinate a offrire una rappresentazione dei valori di mercato diversa da quella effettiva. Esse si concretizzano in operazioni od ordini di compravendita che utilizzano artifici od ogni altro tipo di inganno o di espediente, in modo da fornire, o siano idonei a fornire, indicazioni false o fuorvianti in merito all’offerta, alla domanda o al prezzo di strumenti finanziari;

3) La manipolazione *action-based*⁴ (o trade-based) avviene quando un’operazione di vendita/acquisto è finalizzata all’alterazione artificiosa del valore di una security (Allen e Gale, 1992). Si tratta di operazioni/ordini di compravendita che consentono, tramite l’azione di una o più persone che

¹ La teoria microeconomica classica fonda le sue radici nell'*equilibrio generale*, il quale suppone che i consumatori e, in generale, tutti gli agenti economici, considerino i prezzi come un dato (*price taker*) e, su questa base, esprimano le quantità domandate ed offerte. L’equilibrio generale è ottenuto quando, su tutti i mercati, la domanda è uguale all’offerta.

² Nella giurisprudenza italiana il reato di aggio è regolato ex art. 501 c.p. e art. 2637 c.c.

³ Il c.d. delitto di aggio è un reato di pericolo presunto, e non di pericolo concreto, per cui le false informazioni agli azionisti fornite per mezzo di un comunicato, a seguito della richiesta di diffusione al pubblico di informazioni, rivolta dalla Consob alle società interessate, sono comunque idonee ad integrare la norma incriminatrice, senza che perciò rilevi l’andamento comunque positivo dei titoli.

⁴ Un esempio di manipolazione *action-based* è il caso *Daniel Drew*, il quale tentò di forzare i prezzi delle azioni Harley Railway verso il basso, attraverso dalle vendite allo scoperto del titolo (bull corners).

agiscono congiuntamente, di fissare il prezzo di mercato di uno o più strumenti finanziari ad un livello anomalo (c.d. artificiale)⁵.

I fenomeni manipolativi possono compromettere il meccanismo di formazione (concorrenziale) dei prezzi, inteso come spontanea (*rectius*, competitiva) formazione del prezzo di mercato, generato dall'incontro di domanda ed offerta.

Nel perseguimento di tale obiettivo agiscono la *Direttiva 2014/57/UE* del 2 Luglio 2014⁶, il *Regolamento comunitario n. 596/2014*⁷ (Market Abuse Regulation - MAR), le quali inaugurano una nuova era per le strategie europee di contrasto dei fenomeni di "market abuse", e il "New Regulation M" (SEC)⁸, che sostituisce l'*Exchange Act* (1934)⁹, vigente negli USA. In particolare il Regolamento MAR mira all'efficienza di mercato e alla protezione degli investitori, aumentando l'attrattività dei titoli finanziari per la raccolta dei capitali.

Le manipolazioni dei mercati finanziari hanno destato l'attenzione non solo delle Autorità preposte alla vigilanza, ma anche di economisti, tecnici ed esperti di finanza. La ricerca scientifica si è orientata verso il ricorso ad indicatori sintetici di rischio (es. *rating*), basati su metriche quantitative

⁵ Con sentenza n. 4324 del 29 dicembre 2013 la VI Sezione Penale della Suprema Corte di Cassazione ha analizzato il reato di agiotaggio operativo (o manipolativo) in strumenti finanziari, commesso, nel caso prospetto, con artifici consistiti in acquisti ripetuti in giorni ravvicinati di azioni privilegiate, tali da produrre un anomalo rialzo della valutazione dei titoli, alterandone il normale andamento sul mercato. Per alcuni esempi relativi ai reati di manipolazione, visitare il sito <http://www.consob.it/documents/46180/46181/c5078692.pdf/370ade2-4833-4471-93ff-a42c7bc596f6>.

⁶ Direttiva n. 2014/57/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio 16 aprile 2014, relativa alle sanzioni penali in caso di abusi di mercato (direttiva abusi di mercato).

⁷ Regolamento (UE) n. 596/2014 del Parlamento Europeo e del Consiglio, del 16 aprile 2014, relativo agli abusi di mercato (regolamento sugli abusi di mercato) e che abroga la direttiva 2003/6/CE del Parlamento europeo e del Consiglio e le direttive 2003/124/CE, 2003/125/CE e 2004/72/CE della Commissione Testo rilevante ai fini del SEE. Il MAR è entrato in vigore il 3 Luglio 2016. Cfr. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32014R0596>.

⁸ Il nuovo Regolamento "M" abroga le leggi: 10b-6, 10b-6A, 10b-7, 10b-8, e 10b-21 ("trading practices rules") vigenti sotto il Securities Exchange Act - "Exchange Act" (1934). Cfr. *Regulation M Adopting Release*, 62 FR at 520.

⁹ Il *Commodity Exchange Act* (ch. 545, 49 Stat. 1491, del 15 giugno, 1936) è un Atto federale del Governo degli Stati Uniti d'America, e sostituisce il *Grain Futures Act* del 1922. Il CEA fornisce una regolamentazione a livello federale, per le commodity e le attività che hanno ad oggetto Futures, nonché i prodotti derivati su commodity non negoziati sui mercati regolamentati. Nel 1974, il Commodity Futures Trading Commission (CFTC) fu creato dal CEA e, nel 1982, a sua volta venne creata la National Futures Association (NFA) (cfr. <http://www.cftc.gov/files/ogc/comex060601.pdf>)

robuste, il più possibile oggettive e ricostruibili a ritroso (es. indici di entropia, Minenna et al. 2005)¹⁰.

Ad esempio, la Consob, dal 2002 utilizza un modello statistico per l'analisi dei dati di mercato inerenti alle negoziazioni di azioni quotate in Borsa, disegnato per segnalare fenomeni esaminabili come possibili abusi di mercato. Il funzionamento del modello si basa su quattro variabili finanziarie (rendimenti, volumi, indici di concentrazione statica e dinamica), il cui confronto con le "soglie" porta all'attivazione di eventuali alerts, ed i successivi approfondimenti.

Il presente lavoro offre, in sintesi, due contributi.

In **primo luogo**, partendo dalla metodologia statistica presentata ed applicata da Minenna (2003) introduce sviluppi scelti per migliorare la robustezza e la significatività delle stime econometriche. In particolare, le stime sono basate sui modelli ARIMA (modello Auto-regressivo Integrato a Media Mobile)¹¹, il quale consente di stimare la componente di autocorrelazione della variabile dipendente e degli errori e restituisce coefficienti significativi per i parametri utilizzati per la calibrazione degli intervalli di confidenza (c.d. allertatori), i quali sono impiegati segnalare eventuali anomalie nelle osservazioni (c.d. alert).

In **secondo luogo**, applica la procedura al Caso Fiat 2001, per il quale è stata accertato un caso di manipolazione operativa. Trattasi questo di un *case study* classico che ha riguardato la manipolazione operativa del prezzo di azioni ordinarie le quali rappresentavano il sottostante di uno strumento derivato. Il caso è stato discusso nella giurisprudenza italiana in diversi gradi di giudizio fino al 2013. Si ritiene pertanto che sia un *benchmark* sul quale discutere e testare la metodologia di analisi qui sviluppata, con attenzione a rendimenti e volumi. Anticipando un risultato del lavoro, effettivamente, a seguito della calibrazione degli intervalli di confidenza per le variabili esaminate, osserviamo comportamenti "anomali" in data 6 aprile 2001, data in cui la Consob ha accertato l'episodio di manipolazione delle azioni ordinarie Fiat/Chrysler Automobiles (FCA.MI).

¹⁰ Non significa, questo, che la valutazione dovrà essere basata unicamente su detti valori. L'analisi tecnico-finanziaria è da considerarsi un utile riferimento, che dovrà esse, in seguito, integrato con valutazioni nel merito specifico. In altri termini, eventuali dati anomali non sono una misura certa di una avvenuta manipolazione, ma solo segnaletici di possibili anomalie.

¹¹ Il modello ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) sono modelli lineari utilizzati per analizzare le serie storiche che presentano caratteristiche di non stazionarietà; per eliminare il problema di non stazionarietà si rende la serie storica "integrata" mediante differenziazione in livelli.

In terzo luogo, e come riflessione operativa, l'articolo suggerisce una lettura "macro" e non più per singola data. Si ritiene, infatti, ragionevole utilizzare questa classe di modelli per rilevare "fasi" di mercato, eventualmente normale rispetto alla stimata regione di normalità e rispetto alle quali effettuare approfondimenti.

L'articolo è suddiviso come segue: la Sezione 2 presenta, in sintesi, le differenti tipologie di manipolazione e una rapida panoramica della letteratura scientifica, la Sezione 3 presenta il modello econometrico utilizzato per l'analisi delle serie storiche, e, infine, la Sezione 4 conclude il lavoro presentando riflessioni conclusive e spunti di ricerca.

2. Definizioni e letteratura

2.1. Definizioni

La *manipolazione* dei mercati finanziari può essere definita come una pratica dedita ad influenzare, in maniera artificiosa, il prezzo di uno strumento finanziario. Il reato di *aggiotaggio* (Felixson e Pelli, 1999; Alfarano e Lux, 2003; Bernhardt e Davids, 2005; Allen et al., 2006), viene compiuto da chiunque diffonde informazioni false o attiva artifici effettivamente abili a provocare un'alterazione, sufficientemente percepibile, del prezzo di merci o di strumenti finanziari. Si tratta, quindi, di manovre fraudolente e/o speculative che possano determinare squilibri sui mercati finanziari, il cui scopo è quello di incrementare/ decrementare il prezzo di un titolo finanziario.

Il reato di *manipolazione del mercato*, in Italia, è disciplinato ex art. 185 d.lgs. n.58/1998 (T.U.F.), secondo cui:

«chiunque diffonde notizie false o pone in essere operazioni simulate o altri artifici concretamente idonei a provocare una sensibile alterazione del prezzo di strumenti finanziari, è punito con la reclusione da uno a sei anni e con la multa da euro ventimila a euro cinque milioni».

Esistono varie forme di manipolazione, che possono essere suddivise in tre macro-categorie¹²:

1. Manipolazione *information-based*, che consiste nella diffusione di notizie false¹³, ma apparentemente affidabili e che possono riflettersi nel

¹² CONSULICH, *La giustizia e il mercato. Miti e realtà di una tutela penale dell'investimento mobiliare*, Milano, 2010. XV-452 p.

¹³ Tale condotta è configurabile come reato di manipolazione, specialmente se si accerta che lo stesso soggetto autore degli studi ha poi operato in controtendenza rispetto al

prezzo degli strumenti finanziari cui si riferiscono. Rientra in questa categoria anche la diffusione di studi contenenti analisi e segnalazioni di acquisto o vendita di strumenti finanziari intenzionalmente errati. In genere, ci si riferisce alle manipolazioni basate sulle informazioni con il termine *runs*¹⁴ (es. *pump-and-dump*¹⁵);

2. *manipolazione trade-based*, ottenuta per mezzo di esecuzione di operazioni realmente effettuate sui mercati le quali alterano le quotazioni di strumenti finanziari;¹⁶ il risultato è la generazione di una c.d. “bolla speculativa”, la quale si sgonfia rapidamente non appena il manipolatore chiude la propria posizione sui titoli precedentemente negoziati, con gravi ripercussioni per gli altri investitori. Questa categoria può essere ulteriormente scomposta in (Kara et al. 2016): 1) manipolazione *contract-based*¹⁷, quando il manipolatore influisce sul prezzo di un titolo allo scopo di usufruire di diritti contrattuali. Alcuni esempi sono: *bear raids*¹⁸, *marking the close/open*¹⁹, *capping/pegging*²⁰; 2)

suggerimento divulgato. A titolo di esempio si cita il caso “Alitalia” (2001-2007), che vede contestati, a seguito della sentenza del Tribunale di Roma, due episodi di aggioaggio a carico di Giancarlo Cimoli, presidente e amministratore delegato della compagnia dal maggio 2004 al febbraio 2007, per la diffusione di notizie false idonee a provocare una sensibile alterazione dei valori del titolo Alitalia. Vedi *il Sole 24 Ore* del 28 settembre 2015.

¹⁴ Un *run* è un periodo prolungato di trend forzato in rialzo (*bull rally*) o ribasso (*bear rally*).

¹⁵ Con il termine “*pump-and-dump*” ci si riferisce ad una situazione in cui un soggetto entra in una posizione lunga (acquisto) su uno strumento finanziario e, contemporaneamente, pone in essere ulteriori operazioni di acquisto e/o diffonde informazioni fuorvianti (positive o negative) su di esso, in modo da aumentarne/diminuirne il prezzo. Una volta che l’operatore di *dump* chiude la propria posizione, il prezzo scende e si generano forti perdite per gli altri investitori. Solitamente le azioni oggetto di questo sistema sono identificate con il termine “*chop stocks*”. In generale, nella definizione di *pump and dump* si legge “una frode che comporta operazioni rivolte alla alterazione del prezzo e alla diffusione di informazioni fuorvianti (a mezzo e-mail spam ecc)”. Questo rende difficile stabilire se si tratti di *info-based* o *trade based* (sembra più una fattispecie intermedia). Anche se, come esempio, vengono riportate le “*penny stocks*” che ricalcano la definizione di aggioaggio informativo.

¹⁶ M.Damilano, P.De Vincentiis, E.Isaia, P.Pia in “Il mercato azionario” classificano la manipolazione con la tripartizione menzionata; alla voce “*trade-based*” aggiungendo anche come essa sia difficile da delinearne in maniera chiara ed univoca.

¹⁷ Un manipolatore decide di alterare il prezzo di una *security* allo scopo di usufruire di diritti, derivanti dal negozio giuridico, e esercitabili solo laddove il titolo registri una determinata quotazione sui mercati.

¹⁸ Un *bear raid* è la pratica illegale di spingere il prezzo di un titolo al ribasso attraverso una successione di vendite allo scoperto (c.d. *short selling*); i traders ottengono profitti acquistando, in seguito, le azioni per coprire la posizione debitoria ad un prezzo più basso. Essa si attua con la diffusione di “*rumors*” negativi sulla società le cui azioni sono oggetto di manipolazione. La c.d. operazione di vendita allo scoperto “*coordinata*” dalla diffusione di false informazioni, è una fattispecie di manipolazione di mercato (Cfr. Securities and Exchange Commission-SEC).

manipolazione basata su tecniche di *market-power*, quando un soggetto agisce nello sfruttamento di una posizione dominante sul mercato, aumentando in modo profittabile il prezzo di un bene o di un servizio al di sopra del costo marginale (es. *corner* o *squeeze*²¹).

3. manipolazione *action-based*, le quali comportano l'esecuzione di operazioni simulate al di fuori dei mercati, per diffondere negli investitori immagini positive su uno strumento finanziario; il manipolatore simula l'operazione di acquisto/vendita al fine di generare "volume" e richiamare l'interesse degli altri investitori. Quando tali operazioni coinvolgono un unico soggetto si parla di "wash sales", qualora esse coinvolgano più soggetti che agiscono di comune accordo si parla di "matched orders". In genere, le conseguenze di dette operazioni si evidenziano con la riduzione dei prezzi dei titoli e/o l'apparenza di un mercato attivo.

2.2. La letteratura scientifica

Il tema della manipolazione del mercato (o agiotaggio) è entrato a far parte di una branca della letteratura economica che studia le caratteristiche dei mercati finanziari e delle variabili finanziarie. Data la sensibilità delle informazioni, e sebbene i dati relativi a questa fattispecie di frode rappresentino un ostacolo ai lavori di carattere empirico, i contributi scientifici non sono esigui e, infatti, sono state proposte differenti tecniche di individuazione di questi fenomeni. La maggior parte dei lavori si focalizza sull'analisi di variabili quali la volatilità, i rendimenti e i volumi di negoziazione e valutano gli effetti che la manipolazione produce su di esse. Alcuni autori confermano la presenza di effetti significativi sulle quotazioni dei titoli all'approssimarsi della chiusura dei mercati (Felixson e Pelli 1999, Hillion e Suominen 2004, Putniņš and Comerton-Forde 2011); altri studiano

¹⁹ Si tratta di operazioni che coinvolgono un elevato numero di strumenti finanziari, che avvengono durante i momenti di chiusura/apertura dei mercati o in prossimità della chiusura/apertura, in maniera da influenzarne il prezzo.

²⁰ Per *capping/pegging* (letteralmente coprire e tener fermo) si intende una operazione che ha ad oggetto contratti derivati su azioni. In altri termini, una posizione corta (*capping*)/lunga (*pegging*) su opzioni, agisce in maniera da alterare il prezzo del sottostante ed esercitare l'opzione.

²¹ Con il termine "corner the market" (stringere il mercato in un angolo) si riferisce alla fattispecie in cui un'impresa detiene un sufficiente controllo (*market share*) su un'azione, commodity, o altro asset tale da influenzarne il prezzo a proprio vantaggio. Gli *squeezes* sono una forma di *corner*, attraverso i quali gli operatori abusano della propria posizione dominante, alterando il prezzo al quale si effettueranno le operazioni di consegna/ricezione dello strumento finanziario o del relativo sottostante. Tipicamente *corners* e *squeezes* riguardano il mercato dei derivati, in particolar modo i commodity futures. Cfr. www.thomsonreuters.com

gli effetti di aggio, trovando un impatto significativo sul bid-ask spread²² (Hillion e Suominen 2004, Aitken et al. 2009, Gerace et al. 2014). In particolare, Felixson e Pelli (1999) stimano un modello di regressione lineare, per studiare casi di manipolazione del prezzo di chiusura sul *Finnish Stock Market*, mostrando che i rendimenti rilevati prima della chiusura della borsa sono più elevati rispetto ai valori normali e quelli rilevati dopo la chiusura sono più bassi rispetto al normale e viceversa, quando i rendimenti in chiusura sono più bassi dei livelli normali, quelli che si registrano dopo la chiusura sono più elevati.

Hillion e Suominen (2004) hanno studiato, attraverso un modello di equilibrio, gli effetti delle “aste a chiamata” sulla possibile manipolazione dei prezzi di chiusura di titoli quotati sulla *Paris Bourse*, collezionando un campione di osservazioni *intra-day* relative a 40 azioni quotate sul CAC40. Gli autori attribuiscono un significativo incremento del bid-ask spread ai picchi in salita su varianza e volumi, osservati all’approssimarsi dell’orario di chiusura; introducendo un’asta a chiamata sul prezzo di chiusura, si riduce l’incentivo alla manipolazione e si mantiene il prezzo più vicino al valore equo dell’asset, perché, tenuti costanti il livello di effort dei broker e l’impatto che le operazioni dei consumatori hanno sui prezzi e aumentando il numero di traders, in equilibrio, i manipolatori domandano minori quantità rispetto ad un mercato senza aste.

Minenna (2005) discute un modello auto-regressivo per la stima degli intervalli di confidenza (c.d. allertatori) per rendimenti e volumi di un titolo azionario, analizzando la presenza di osservazioni anomale (c.d. alert) e valutando la presenza di potere di mercato da parte di alcuni intermediari, attraverso indici di concentrazione statica e dinamica (indici di entropia).

Aggarwal e Wu (2006) utilizzano un modello di *standard market microstructure*, in cui introducono asimmetrie informative tra tre tipologie di investitori: *insiders* che effettuano operazioni di acquisto/vendita sfruttando la posizione di vantaggio e compromettendo l’efficienza dei mercati; *arbitraggisti* che osservano le quotazioni storiche di rendimenti e volumi e sono suscettibili ai rumors; i *soggetti non informati*, i quali svolgono l’unica funzione di generazione di liquidità, effettuando operazioni di vendita di azioni. Il modello, in sintesi, evidenzia che all’aumentare del numero di soggetti non informati, in presenza di manipolazione, l’efficienza si riduce.

²² Il bid-ask spread è la differenza tra “best” ask e “best” bid, letteralmente miglior prezzo “denaro” miglior prezzo “lettera”. Con riferimento all’operatività del dealer, il bid-ask spread è il margine di profitto lordo di tale intermediario, che negozia strumenti di proprietà appartenenti al proprio portafoglio (noto come *inventory*).

Öğüt et al. (2009), usano modelli di statistica multivariata (logit e analisi di discriminazione) per la individuazione di casi di manipolazione sull'*Instabul Stock Exchange*²³, attraverso la valutazione delle differenze tra un'azione manipolata e un indice di rendimenti medi giornalieri, volumi e volatilità. Gli autori comparano le statistiche multivariate con modelli di *data mining* e trovano che questi ultimi offrono migliori performance in termini di accuratezza e sensitività statistica.

Aitken et al. (2009) usando un modello ad effetti random, testano l'incidenza della manipolazione trade-based sull'aumento dei costi di esecuzione degli ordini per grandi negoziazioni in 34 mercati tra il 2000 e il 2005 e trovano che i bid-ask spreads sono positivamente collegati con l'incidenza di "ramping alert" in 8 casi su 10. Liu et al. (2013), invece, propongono un modello teorico di *detection* della manipolazione operativa basata sui ramping alerts, dimostrandone la validità per la individuazione di un caso di manipolazione sul *Chinese Stock Market*²⁴.

Putniņš and Comerton-Forde (2011) presentano un modello di regressione logistica (Logit) per la costruzione di un indicatore di probabilità e di intensità della manipolazione del prezzo di chiusura dei titoli azionari, il quale rivela che i rendimenti, spread, volumi e revisioni dei prezzi Offerta Pubblica Iniziale (OPI) incrementano significativamente in presenza di manipolazione; essa si manifesta con aggressive operazioni di acquisto/vendita, effettuate all'approssimarsi dell'orario di chiusura di borsa, volte a "spingere" il prezzo di una security a livelli artificiali.

Bagliano et al. (2011) commentano il comportamento di volumi, rendimenti e liquidità in concomitanza di annunci pubblici; spiegano come il comportamento delle variabili dipenda dalle preferenze dell'investitore: in presenza di informazione omogenea e di propensione al rischio da parte degli agenti, i rendimenti attesi sono determinati dai volumi, che riducono l'autocorrelazione nei rendimenti.

Saha e Petersen (2012) testano, con una metodologia statistica basata sulla correlazione dei termini di errore, i casi in cui un manipolatore agisce provocando una formazione "artificiale" dei prezzi sul mercato dei futures su

23 Öğüt et al. (2009) utilizzando dati relativi ad indici sui rendimenti medi giornalieri e variazioni nei volumi giornalieri di negoziazione delle azioni.

24 Liu et al. (2015) analizzano due episodi verificatisi sul Chinese Stock Market tra il 1998 e il 2001: 1) il caso *Yi An Technology stock* avvenuto tra il 5 Ottobre 1998 e l'11 Gennaio 2001, quando un gruppo di trader colluse per aumentare il prezzo delle azioni da 8.2 a 116 Yuan; 2) il caso *Zhong Ke Chuang Ye stock* avvenne tra il 1 Dicembre 1998 e l'11 Gennaio 2001, quando 100 partners agirono per aumentare il prezzo delle shares da 15.5 a 84 Yuan.

commodities applicato al caso Amaranth; i risultati statistici non supportano la tesi di manipolazione sul mercato dei futures su gas naturale.

Murugesan and Thoppan (2012) usano un modello basato su analisi di discriminazione per classificare le azioni come “manipolate” o “non manipolate”, non scindendo tra tipi di manipolazione basati sull’informazione o sull’operatività.

Gerace et al. (2014) rappresenta uno dei primi lavori a proporre uno studio di carattere empirico riguardante 40 casi di manipolazione *trade-based* avvenuti sul *Hong Kong Stock Exchange* tra il 1996 e il 2009; dimostrano che la manipolazione ha impatto negativo su bid-ask spreads e volatilità dei rendimenti e consente ai soggetti manipolatori di generare profitti. Ancora più recentemente, Leangarun et al. (2016) investigano sui fenomeni di *pump-and-dump* e *spoof trading*²⁵ sui mercati azionari, proponendo un modello di *feedforward neutral network*²⁶, che spiega l’88.28% dei fenomeni di *pump-and-dump*, e un modello Gaussiano a 2 dimensioni per l’individuazione di *spoof trading*.

La maggior parte dei summenzionati studi mira alla verifica degli effetti prodotti dai fenomeni di abuso sulle variabili finanziarie elementari (volumi, rendimenti, liquidità). In particolare, i modelli di statistica univariata analizzano dati ad alta frequenza (Felixson e Pelli, 1999; Hillion Suominen, 2004), dati riguardanti la divulgazione di informazioni di società quotate (Bagliano et al. 2011) o informazioni circa l’arrivo di manipolatori sul mercato e la diffusione di rumors; i modelli di statistica multivariata (Ögüt et al. 2009; Putniņš e Comerton-Forde, 2011; Murugesan e Thoppan 2012; Leangarun et al. 2016), per la ingente quantità di dati che gestiscono, ben si prestano alla individuazione di operazioni di carattere abusivo, sebbene partano da un dato certo circa l’avvenuta manipolazione su uno strumento azionario; Saha e Petersen (2012) testano uno strumento finanziario *derivato* che segue una dinamica differente rispetto agli stocks, di conseguenza il modello potrebbe non essere idoneo all’analisi su azioni. Infine i modelli teorici di detection sono idonei a valutare l’efficienza dei mercati manipolati (Aggarwal e Wu, 2006) o la cosiddetta *finanza comportamentale* in presenza di alcune informazioni scaturite dai prezzi storici dei titoli.

²⁵ *Pump-and-dump* consente ad un agente di comprare un’azione e far schizzare in alto il suo prezzo, ottenendo un extra profitto (liquidando rapidamente la posizione). *Spoof trading* è una procedura che inganna gli investitori, inducendoli a negoziare un titolo ad un prezzo ottenuto grazie alla manipolazione.

²⁶ Il *feedforward neutral network* è un sistema neutrale costituito da interconnessioni tra le unità che non formano un ciclo.

Il presente articolo, nello spirito di Minenna (2005) e utilizzato in Consob per la individuazione di fenomeni di manipolazione, utilizza la procedura di detection MAD (acronimo di *Market Abuse Detection*) per la individuazione di casi di manipolazione operativa sul mercato azionario italiano. Tecnicamente sono utilizzati i modelli ARIMA per la stima dei parametri delle equazioni differenziali che descrivono la dinamica delle variabili finanziarie elementari esaminate. L'utilizzo dei suddetti modelli consente di ottenere stime significative per la calibrazione degli intervalli di confidenza²⁷ che permettono l'individuazione di anomalie nelle serie, le quali possono essere considerate quali indicatori di fenomeni di abuso di mercato²⁸. Mediante un meccanismo di *rolling* continuo, si procede con l'aggiornamento degli intervalli di confidenza stimati e con la verifica di individuazione di campanelli d'allarme da sottoporre, eventualmente, a vigilanza e valutazione giudiziale in sede penale laddove venga accertato il reato. Tra le varie metodologie disponibili, la scelta è caduta sulla metodologia Minenna, in quanto riteniamo che sia di più pratica ed operativa applicazione. Gli altri modelli richiedono grandi quantità di dati non sempre disponibili.

Il modello teorico sarà presentato nella prossima sezione.

3. Modello: teoria e stima econometrica

Viene, in primo luogo, presentato il modello teorico di riferimento che spiega la dinamica dei rendimenti e dei volumi di un titolo azionario (**Sez 3.1**). Sfruttando le proprietà dei processi stocastici, vengono definiti intervalli di confidenza all'interno dei quali si presume che rendimenti e volumi seguano dinamiche "normali". Il modello assume che osservazioni al

²⁷ Il modello può essere calibrato su diversi intervalli temporali; per la natura dei nostri dati, i quali presentano una frequenza giornaliera, la calibrazione viene fatta su base settimanale.

²⁸ La condizione affinché una osservazione giornaliera sia identificata come una anomalia è data dal fatto che essa non ricada nell'intervallo di confidenza calibrato e stimato. Tali anomalie possono riguardare una o entrambe le variabili considerate nel modello econometrico. Qualora coinvolgano più di una variabile contemporaneamente nello stesso istante di tempo (stessa giornata di trading) sono da considerare quali indicatori di andamenti non previsti dei titoli, possibilmente spiegati dalla presenza di manipolatori sul mercato. Sarebbero, in questi casi, necessari ulteriori accertamenti, da parte di autorità di vigilanza e, eventualmente, sezione penale, affinché si accerti la corrispondenza tra l'anomalia dei dati finanziari e un fenomeno di abuso di mercato.

di fuori degli intervalli di confidenza siano “anormali” e potenzialmente oggetto di investigazione da parte dell’autorità di vigilanza.

La sezione successiva (**Sez. 3.2**) discretizza i processi e presenta, in sintesi, i criteri tecnico econometrici sulla base dei quali i parametri sono stimati. L’utilizzo di modelli composti dalla sola componente autoregressiva è tenuto valido per la serie storica dei rendimenti giornalieri; la serie storica dei volumi presenta componenti aggiuntive al mero modello autoregressivo, in primo luogo la non stazionarietà, tali da suggerire l’utilizzo di modelli *autoregressivi integrati a media mobile*.

In conclusione (**Sez. 3.3**) si ripercorre il Caso Fiat 2001 utilizzando i criteri metodologici descritti nelle sezioni precedenti.

3.1. Il modello di riferimento

In questa sezione viene esposto il modello econometrico utilizzato per la rilevazione di anomalie da sottoporre a vigilanza come potenziali abusi di mercato.

Le variabili analizzate riguardano titoli quotati sui mercati azionari. In particolare si utilizzano le seguenti informazioni elementari relative ai prezzi delle azioni ed alle quantità scambiate sui mercati per rilevare:

- I volumi di scambio, dato grezzo espresso come il totale delle quantità acquistate e vendute in una giornata di negoziazioni; si applica la media mobile²⁹ a cinque giorni per le quantità osservate;
- I rendimenti, ottenuti come il logaritmo del prezzo di chiusura osservato al tempo t .

Una volta stabilito un orizzonte temporale per l’osservazione delle variabili si procede identificando il modello che ne spiega la dinamica nel tempo, attraverso test diagnostici, utili ai fini dell’osservazione di una eventuale correlazione seriale delle osservazioni. L’analisi grafica ci consente di individuare il modello opportuno per la dinamica; in particolare, laddove il grafico delle correlazioni (c.d. correlogramma) mostri una significativa relazione lineare tra l’osservazione al tempo t e il ritardo $t-k$, si aggiunge una componente auto-regressiva al modello da stimare.

I volumi e i rendimenti, nel tempo continuo, seguono un processo spiegato dall’equazione differenziale stocastica (EDS) di Ornstein-Uhlenbeck³⁰ (Minenna 2005):

²⁹ Il calcolo della media mobile semplice (Simple Moving Average-SMA) consente di smussare la serie storica e di individuarne un trend.

$$dQ_t = -\gamma Q_{t-1} + \sigma dW_t \quad (1)$$

$$dR_t = q(\mu - R_{t-1})dt + \sigma dW_t \quad (2)$$

L'equazione (1) è definita "passeggiata aleatoria" (random walk), qualora il parametro γ sia esattamente pari ad 1, ed esprime la dinamica seguita dai volumi nel tempo; essa è suddivisa in una componente deterministica (primo termine) e una componente aleatoria (secondo termine); dove Q_t è la quantità (volume) scambiata sul mercato al tempo t ; θ e σ sono parametri deterministici e W_t è un processo di Wiener³¹. L'equazione (2) è un'equazione differenziale stocastica con "deriva", dove la componente deterministica presenta il parametro q di velocità di ritorno (drift) al valore medio μ , R_t è il rendimento calcolato sul prezzo osservato al tempo t e σ è la volatilità.

Ponendo,

$$a = 1 - e^{-\gamma}; \quad b = e^{-\gamma} - 1; \quad \hat{\sigma} = \sqrt{\frac{\sigma^2}{2\gamma}(1 - e^{-2\gamma})}, \quad (3)$$

dove $\gamma = \theta$ per l'eq. (1) e $\gamma = q$ per l'eq.(2). Riscriviamo EDS usando la (3) il processo auto-regressivo per le equazioni (3) e (4) nel tempo discreto, come segue:

$$Q_t - Q_{t-1} = (e^{-\gamma} - 1)Q_{t-1} + \sqrt{\frac{\sigma^2}{2\gamma}(1 - e^{-2\gamma})}Z_t \quad (4)$$

³⁰ Il processo di Ornstein-Uhlenbeck è un processo Gauss-Markov stazionario con drift, anche conosciuto come processo di ritorno alla media (mean-reverting process). Esso può essere considerato come una passeggiata aleatoria (random walk) espresso nel tempo continuo, in cui la tendenza tende a convergere verso un valore medio nel lungo periodo, o come un processo AR (1) autoregressivo nel tempo discreto.

³¹ Un processo stocastico con incrementi indipendenti nel tempo continuo, usato per modellare fenomeni di natura casuale è detto processo di Wiener.

$$R_t - R_{t-1} = (1 - e^{-q})\mu + (e^{-q} - 1)R_{t-1} + \sqrt{\frac{\sigma^2}{2q}(1 - e^{-2q})}Z_t \quad (5)$$

Dalle proprietà distributive della (5) e (6), si costruiscono le distribuzioni di volumi (6) e rendimenti (7),

$$Q_k \sim N \left(Q_s e^{-\gamma(t-s)}; \sqrt{\frac{\sigma^2}{2\gamma}(1 - e^{-2\gamma(t-s)})} \right), \quad (6)$$

$$R_t \sim N \left((R_s - \mu)e^{-q(t-s)} + \mu; \sqrt{\frac{\sigma^2}{2q}(1 - e^{-2q(t-s)})} \right) \text{ con } s < t \text{ e } 0 < t < T. \quad (7)$$

Mediante la (6) e la (7), si derivano gli intervalli di confidenza dinamici per i volumi Q_t

$$P \left(\begin{array}{c} -z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\sigma^2}{2\gamma}(1 - e^{-2\gamma})} + Q_{t-1}e^{-\gamma} \leq \\ \leq Q_t \leq \\ \leq z_{\frac{\alpha}{2}} \sqrt{\frac{\sigma^2}{2\gamma}(1 - e^{-2\gamma})} + Q_{t-1}e^{-\gamma} \end{array} \right) = x \quad (8)$$

e rendimenti R_t ,

$$P \left(\begin{array}{c} -z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\sigma^2}{2q}(1 - e^{-2q})} + (R_{t-1} - \mu)e^{-q} + \mu \leq \\ \leq R_t \leq \\ \leq z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\sigma^2}{2q}(1 - e^{-2q})} + (R_{t-1} - \mu)e^{-q} + \mu \end{array} \right) = x \quad (9)$$

Una volta attribuito un livello di significatività³² e costruite le soglie dinamiche (c.d. allertatori), usando le equazioni (8) e (9) siamo in grado di individuare valori anomali (c.d. *failure*) delle osservazioni sulle nostre variabili.

Le soglie dinamiche (endogene, nel senso che variano periodo per periodo) stanno a rappresentare le “bande” entro le quali l’osservazione della variabile che qui ci interessa è ritenuta “fisiologia”. Laddove si osserva un valore superiore o inferiore, il dato viene considerato come potenzialmente oggetto di approfondimenti di vigilanza.

Per la stima econometrica è necessario, preliminarmente, discretizzare i processi stocastici; seguendo Minenna (2005), si applica il Teorema di convergenza debole in distribuzione³³, e si derivano i processi nel tempo discreto per le equazioni (1) e (2):

$$Q_k - Q_{k-1} = -\gamma Q_{k-1} + \hat{\sigma}Z_k \quad (10)$$

$$R_k - R_{k-1} = \theta(\eta - R_{k-1}) + \hat{\sigma}Z_k \quad (11)$$

dove le variabili dipendenti sono espresse indifferenze prime delle osservazioni in $[k, k - 1]$ ³⁴; γ è il coefficiente associato al regressore (osservazione con ritardo di un periodo), θ è una costante, η è il parametro di *mean reversion* e $\hat{\sigma}$ è la volatilità e Z_1, \dots, Z_k è una sequenza di variabili casuali *i.i.d.* nel tempo discreto k .

La prima equazione (la n. 10) spiega la dinamica dei volumi. In particolare, ci dice che la differenza tra il volume di transazione oggi e quello di ieri, dipende negativamente dai volumi di ieri e da un componente stocastico $\hat{\sigma}Z_k$. In termini di intuizione, questo ci dice che se i volumi di transazione crescono “troppo”, il modello li fa tornare verso la media (grazie

³² Il livello di significatività statistica è scelto a discrezione dell’utente del modello. La scelta del livello di significatività influisce sull’ampiezza dell’intervallo di confidenza dinamico; per cui è opportuno considerare che differenti risultati potrebbero essere pervenuti qualora si impostasse un livello di significatività differente. In questa sede verrà utilizzato un livello di significatività pari al 5%. Inoltre, più basso è il livello di significatività, maggiore è l’evidenza statistica.

³³ Per approfondimento vedi: Van Der Vaart, A. W., & Wellner, J. A. (1996). *Weak Convergence. In Weak Convergence and Empirical Processes* (pp. 16-28). Springer New York.

³⁴ La differenziazione in livelli (differenza prima) della variabile dipendente consente di rendere la serie storica stazionaria in livelli.

alla relazione negativa con il valore del periodo precedente), fatto salvo un eventuale evento impreveduto (lo shock $\hat{\sigma}Z_k$).

La seconda equazione (la n.11) spiega la dinamica dei rendimenti. La differenza tra i rendimenti osservati oggi e ieri dipende positivamente dalla differenza tra il valore medio del rendimento (η) e il rendimento di ieri e positivamente da una componente aleatoria. Tale differenza in livelli segue un andamento per cui, nel lungo periodo, il rendimento ritorna verso il suo valore medio.

Riscrivendo e generalizzando per X_k , otteniamo la seguente equazione espressa nel tempo discreto,

$$X_k - X_{k-p} = \hat{a} + \hat{b}X_{k-p} + \hat{\sigma}Z_k \quad (12)$$

3.2. Stima econometrica

Per l'equazione differenziale (n.12), stimiamo un modello autoregressivo AR(p)³⁵, dove p indica l'ordine dei ritardi della variabile dipendente, i cui coefficienti sono utilizzati ai fini della calibrazione degli allertatori.

La procedura Box-Jenkins, preliminarmente consente di valutare il comportamento della serie storica nel tempo e la sua eventuale correlazione con i termini di ritardo temporale. Si analizzano, quindi, graficamente le funzioni di autocorrelazione globale e parziale per entrambe le variabili e si studia la relazione lineare che lega l'osservazione in k con i suoi ritardi $k-p$. La differenziazione in livelli per la specificazione della variabile dipendente nella (12) è applicata al fine di rendere la serie stazionaria (*white noise*); laddove post-differenziazione, dal confronto grafico, emerga una evidenza di non stazionarietà, si valuta la aggiunta di una componente autoregressiva nel modello.

Nello specifico, richiamando i risultati dell'esame diagnostico della funzione di autocorrelazione parziale (*figura n.3* in appendice A), per la serie storica dei rendimenti, si conferma la presenza di una componente autoregressiva e correlazione positiva $\rho > 0$ e dunque l'implementazione di un modello autoregressivo per la stima dei parametri dell'equazione differenziale di Ornstein-Uhlenbeck nel discreto (12); per la serie storica dei

³⁵ La componente auto-regressiva determina la velocità di ritorno della serie al valore medio. Il coefficiente di correlazione (ρ) di Pearson esprime la linearità tra due variabili statistiche. Se ρ circa uguale a -1 (1) la serie tende a ritornare al valore medio molto lentamente, se $\rho = 0$ il ritorno alla media è molto rapido.

volumi (*figura n.4* in appendice A), si stimano modelli Autoregressivi Integrati a Media Mobile – ARIMA per l'equazione (4), i quali presentano caratteristiche di non stazionarietà e correlazione (positiva per $k=1$ e negativa per $k=5$) della variabile dipendente e degli *shocks* e_i . I parametri stimati sono utilizzati ai fini della calibrazione degli intervalli di confidenza (8) e (9).

Il ricorso al modello $ARIMA(p,d,q)$ consente di ottenere stime significative per i coefficienti di correlazione ϕ e di moving average θ e di massimizzare la funzione di Log-verosimiglianza, rispetto ad altri modelli presi come riferimento.

La calibrazione richiede la scomposizione del nostro campione in sotto-campioni di brevi intervalli di tempo $[t-k]$ (15 o 30 giorni) per dati giornalieri³⁶. In seguito alla costruzione degli allertatori, e alla verifica congiunta di eventuali alert, si valuta la presenza di anomalie in successione per la caratterizzazione dei Warnings³⁷.

3.3. Il Caso Fiat “revisited”

Il 6 dicembre 2002 la Consob ha trasmesso, all’Autorità Giudiziaria, la relazione investigativa sui mercati finanziari, contenente informazioni in merito a n.18 casi di abuso di mercato, di cui 14 episodi di insider trading e 4 di manipolazione rilevati nel 2001³⁸. Di questi ultimi, un caso è relativo alla diffusione di false informazioni e 3 riguardano “sham transaction”³⁹, classificabili come *manipolazione operativa* rivolte ad influenzare i prezzi di strumenti finanziari.

Il caso (ri) analizzato nel presente lavoro si riferisce ad azioni ordinarie del gruppo Fiat S.p.A., le quali risultano oggetto di manipolazione action-based, rilevata in data 6 aprile 2001 dalla Consob. In particolare, le azioni

³⁶ N.B. La capacità di predizione del modello è non superiore ad un giorno.

³⁷ Il Warning rappresenta l’interpretazione congiunta degli alert che segnalano un eventuale fenomeno di abuso, il quale deve essere rinviato all’unità di vigilanza (es. Consob) per la sua verifica.

³⁸ Nel corso del 2001, n.8 Soggetti sono stati coinvolti in reati di agguattaggio: 4 intermediari autorizzati (Banche, SIM, SGR, agenti di cambio), 1 Insider Istituzionale (Soci, Amministratori, Dirigenti di Società quotate), 1 Soggetto appartenente ad una terza categoria (Insiders Secondari, tippees). L’imputazione riguarda la violazione della norma ex. Art. 180, comma 2, TUF. L’importo totale relativo a sanzioni pecuniarie somministrate è di 1.151 migliaia di euro.

³⁹ Una sham transaction è un’operazione il cui unico scopo è quello dell’evasione fiscale; essa non produce alcun beneficio in termini economici.

della società rappresentavano il sottostante di una opzione put europea incorporata in un Reverse convertible⁴⁰. La manipolazione è stata mirata a produrre la diminuzione del prezzo dello strumento finanziario derivato nell'ultimo giorno di negoziazione dell'anno 2001.

L'Autorità competente ha notificato, al termine dell'udienza preliminare, n.2 sentenze di patteggiamento nell'ambito di processi penali aventi ad oggetto, un caso di operazioni artificiali volte a provocare il ribasso del prezzo di apertura del titolo.

3.3.a. Analisi dei dati

Per la nostra analisi sono stati raccolti dati relativi allo storico dei prezzi di chiusura giornalieri ed ai volumi negoziati per il titolo azionario oggetto di manipolazione: Fiat Chrysler Automobiles NV (FCA.MI), quotato sul New York Stock Exchange (NYSE) e inserito nell'indice FTSE MIB della Borsa di Milano. Il dataset copre il periodo 03/01/2001 - 30/07/2001 (151 osservazioni), durante il quale si è verificato il caso di abuso di mercato segnalato dalla Consob.

Le informazioni circa gli episodi di manipolazione sono state ottenute dai Bollettini annuali Consob (aggiotaggio del 06 dicembre 2002⁴¹). Il campione originario (151 osservazioni) è suddiviso in sotto-campioni (15 giorni) per la stima giornaliera e viene aggiornato con un meccanismo di rolling ogni $k+1$ osservazioni. I coefficienti stimati e la somma dei quadrati degli errori sono stati utilizzati per la calibrazione degli intervalli di confidenza e la derivazione dell'allertatore. Inoltre, attraverso una funzione logica siamo in grado di individuare i valori dei rendimenti che giacciono fuori dell'intervallo di confidenza.

⁴⁰ I Reverse Convertible sono strumenti che comprendono un'opzione put europea su azioni, le quali sono implicitamente trasferite da un sottoscrittore di bond all'emittente. Sia le posizioni *long* su opzioni, le quali si proteggono dal rischio dell'emittente, sia le posizioni *short* (obbligazionisti) hanno un incentivo a manipolare il prezzo del sottostante. A scadenza, l'emittente obbligazionario ha la facoltà di consegnare un quantitativo di beni di investimento (es. azioni) alla controparte qualora questi beni assumano un valore inferiore allo strike price; l'investitore assume il rischio derivante dalla diminuzione del valore delle azioni. In caso contrario, il prestito viene rimborsato alla pari (a favore dei risparmiatori). L'aggiotaggio si verificherebbe qualora, all'approssimarsi della scadenza, la posizione *short* decida di chiudere la sua posizione in modo da generare una variazione negativa delle quotazioni del sottostante. Per un approfondimento vedi http://www.academia.edu/21464707/Il_delitto_di_aggiotaggio_manipolativo_tensioni_interpretative_ed_innovazioni_sistematiche_nella_difficile_repressione_delle_manipolazioni_maschere.

⁴¹ Per ulteriori informazioni: <http://www.consob.it/documenti/bollettini2002/>

Dall'analisi grafica dei rendimenti (*Figura n. 3* in appendice A) si osserva la fluttuazione della serie con un aumento della volatilità durante i mesi di aprile e luglio 2001. I volumi (*figura n.4-* appendice A) presentano un andamento meno volatile, con periodo di intensificazione del trading sul mercato tra il marzo e l'aprile 2001 e tra giugno e luglio 2001; il periodo compreso tra l'aprile e il maggio 2001 è segnato da un forte calo dei volumi scambiati sui mercati.

3.3.b Stima allettatore rendimenti

Le differenze prime dei rendimenti $[R_k - R_{k-1}]$ rendono la serie stazionaria in livelli (processo *rumore bianco*). Il correlogramma per l'autocorrelazione globale e parziale (figura n.5 Appendice A) mostra una forte correlazione tra l'osservazione al tempo k e $k-6$. Si aggiunge una componente autoregressiva AR (6) e si studia il correlogramma dei residui.

I risultati del modello ARIMA (6,1,0) sono riportati nella *Tabella n.1.* (Appendice B): I coefficienti stimati ϕ_6 (0,169157) e ϕ_7 (-0,155209) sono statisticamente significativi (p-value rispettivamente 0,0324 e 0,0500)⁴²; la costante $const$ (-1,48110e-05) non è significativa (p-value 0,9915)⁴³. Come più volte richiamato, lo stimatore \hat{b} della equazione (12) rappresenta il coefficiente di correlazione di Pearson stimato $-1 < rho < 1$; un valore prossimo a 1 esprime una relazione lineare positiva tra l'osservazione in k e l'osservazione in $k-q$. In altre parole i rendimenti presenti sono fortemente dipendenti dai rendimenti osservati q giorni precedenti, cioè il passato riesce a spiegare la variazione subita dalla variabile al tempo presente.

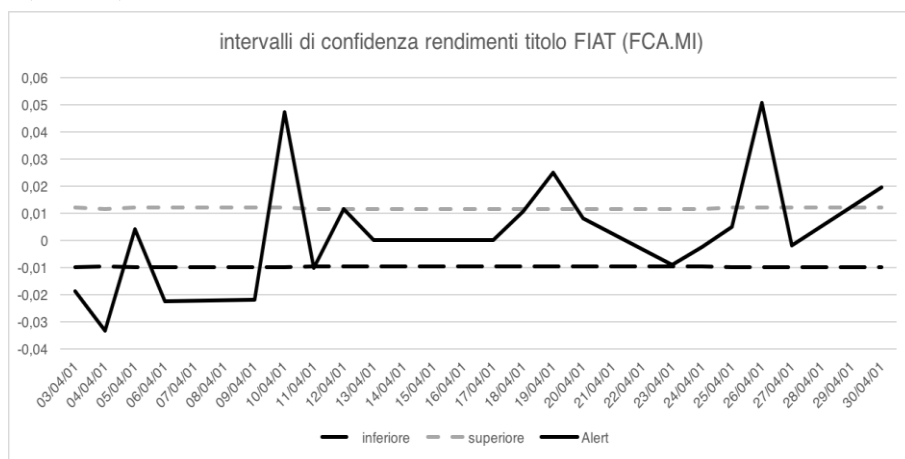
L'analisi grafica dei residui consente di osservare "rumore bianco" (c.d. *white noise*), confermando la bontà del modello e l'assenza di correlazione seriale negli shocks. I parametri stimati possono quindi essere utilizzati, significativamente, nella costruzione dell'intervallo di confidenza e per poter verificare se le osservazioni sono entro la banda. Per ogni osservazione si verifica la appartenenza all'intervallo di confidenza stimato, attraverso una procedura ricorsiva (c.d. *rolling*).

⁴² Livello di significatività $\alpha = 5\%$.

⁴³ La non significatività statistica della costante è da attribuire al metodo scelto per la stima (ARIMA), in particolare, alla introduzione di un parametro di integrazione $I=1$, che consente di rendere la serie stazionaria in media; di conseguenza il coefficiente è poco rilevante nel modello. La scelta di non eliminare il parametro sta nel fatto che si modellizzano i rendimenti come processi stocastici con drift (θ). Di fatto l'eliminazione della costante non comporta la perdita di significatività degli altri coefficienti.

Il seguente grafico mostra la simulazione delle soglie dinamiche di confidenza stimate per i rendimenti nel mese di aprile 2001:

Figura n1. – Intervalli di confidenza e alert per rendimenti giornalieri FIAT stock (FCA.MI) 03/04/01-30/04/2001



L'intervallo di confidenza stimato è rappresentato dalle curve tratteggiate (banda inferiore linea nera, banda superiore linea grigia), la curva continua delle osservazioni (linea nera) rappresenta le variazioni dei rendimenti del titolo FCA.MI durante il mese di aprile 2001. Le curve tratteggiate delimitano un corridoio di valori entro i quali le osservazioni giornaliere dovrebbero fluttuare; laddove, come osservato per alcune date, la linea continua si discosti dal corridoio di valori stimati, si accende un "allerta" che simboleggia un'anomalia. In corrispondenza del 6 aprile 2001, come si deduce, la variazione dei rendimenti è inferiore rispetto alla banda stimata; si accende un alert (valore osservato -0,023) il quale dovrà essere valutato congiuntamente con gli allertatori dei volumi per registrare un caso anomalo.

3.3.c Stima allertatore sui volumi di negoziazione

Si è preliminarmente esaminata la serie storica dei volumi di negoziazione; il test diagnostico per la verifica preliminare per la stazionarietà è rifiutato e si è differenziata la serie dei volumi in livelli. Il correlogramma (figura n.6 - appendice A) per la funzione di autocorrelazione globale e parziale mostra una correlazione positiva al ritardo $k-1$ e negativa al ritardo $k-5$; l'utilizzo del modello autoregressivo

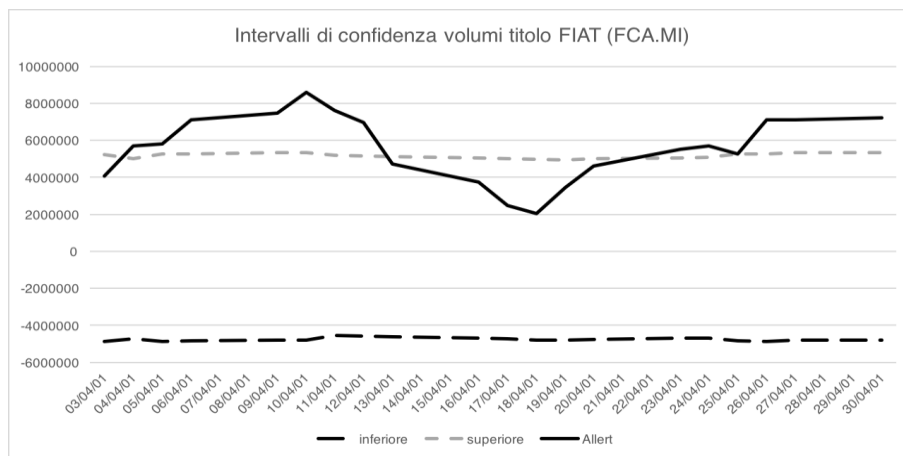
produce residui correlati, dunque aggiungiamo, alla componente autoregressiva AR(p), una componente di Moving Average MA(q) stimando il modello *Auregressive Integrated Moving Average* - ARIMA(p,d,q), dove p è l'ordine della componente autoregressiva, d indica Integrazione, q è il parametro della componente MA, che spiega come gli shocks in k sono correlati ai precedenti $k-n$ periodi di correlazione degli errori. Rispettando il criterio della parsimonia, il modello risulta essere la migliore approssimazione: minimizza il criterio Akaike AIC (4298,547) e massimizza la funzione di Log-verosimiglianza (-2146,273).

I risultati del modello ARIMA (1,1,5) sono riportati nella Tabella n.2. (appendice B); Il coefficiente $\phi_{1,1}$ per la componente di autoregressione al tempo $k-1$ è positivo (0,353017) e statisticamente significativo (p-value $5,96e-06$)⁴⁴; esso mostra una relazione lineare positiva tra i volumi presenti e i volumi osservati il giorno precedente. Il coefficiente θ_5 per la componente di media mobile è negativo (-0,967935) e statisticamente significativo (p-value $1,44e-15$); esso mostra una forte relazione lineare negativa tra i termini di errore nel modello. L'analisi grafica dei residui conferma la bontà di adattamento del modello verificandone l'andamento "white noise" e l'assenza di correlazione seriale. L'utilizzo di modelli ARIMA per la stima dell'equazione dei volumi ha permesso di ottenere stimatori robusti e coefficienti significativi. La precisione delle soglie dinamiche costruite per la rilevazione degli alert è migliorata in quanto l'utilizzo di un modello AR(p) avrebbe comportato la riduzione ad un solo parametro per la spiegazione della variabile in k , una minore bontà di adattamento ai dati e, dunque, una minore valenza nella rilevazione degli alert. In sintesi, l'utilizzo dei coefficienti significativi per il modello applicato per la costruzione di intervalli di confidenza, consente di rilevare la presenza di un alert in corrispondenza di alcune date.

Di seguito, il grafico che mostra i valori stimati per l'intervallo dinamico di confidenza e i valori osservati per la individuazione degli alert:

⁴⁴ N.B. livello di significatività $\alpha=1\%$; in generale la costante è "poco significativa"; ciò è conseguenza della differenziazione del modello; stimando il modello senza costante i risultati non sarebbero significativamente differenti.

Figura n.2 – Intervalli di confidenza e alert per volumi giornalieri FIAT stock (FCA.MI) 03/04/01-30/04/2001



L'intervallo di confidenza stimato è delimitato dal livello inferiore (linea tratteggiata in nero) e un livello superiore (linea tratteggiata in grigio); la curva dei valori osservati sui volumi giornalieri è rappresentata dalla linea continua nera. Le curve tratteggiate delimitano un corridoio di valori stimati entro i quali le osservazioni giornaliere dovrebbero fluttuare; laddove la curva continua giaccia fuori dal corridoio, si accende un "allerta" che simboleggia un'anomalia sull'osservazione. In data 6 aprile 2001 individuammo, anche in questo caso, una osservazione anomala dei volumi del titolo Fiat, che risulta superiore rispetto all'intervallo stimato.

Dalla valutazione congiunta dei grafici n.1 e n.2 segnaliamo la presenza di alert sui rendimenti e volumi in data 6 aprile 2001, che corrisponde al giorno in cui si verifica la manipolazione del titolo Fiat, come segnalato da Consob.

Per completezza, si segnala che la procedura Consob prende in considerazione anche la composizione del mercato, con attenzione anche a dati riservati quali il numero di intermediari, la quota totale di negoziazioni effettuate (concentrazione statica⁴⁵), e la quota negoziata da ogni intermediario per una data security (concentrazione dinamica⁴⁶) durante il periodo di indagine. Detti dati non sono disponibili al momento e gli autori

⁴⁵ Lo studio sulla concentrazione statica di mercato viene svolto attraverso l'uso di un indice di entropia; vedi anche (Minenna, 2005; Georgescu-Roegen, 1971).

⁴⁶ Per la concentrazione dinamica si utilizza un indice di dissimilarità.

si riservano di aggiornare il lavoro (eventualmente con un'appendice) qualora divenissero disponibili.

4. Conclusioni

Nel presente lavoro sono state presentate diverse fattispecie di “abuso di mercato”, presentando un caso studio relativo ad una manipolazione action-based.

Il tema è di attuale interesse tecnico e scientifico in quanto la letteratura sul tema della manipolazione di mercato è in recente sviluppo. È stato commentato un approccio quantitativo per l'analisi di informazioni elementari su una security e per la *detection* di operazioni di aggio operativo. L'utilizzo di modelli stocastici consente di esprimere la dinamica seguita nel tempo dalle variabili finanziarie che rappresentano le informazioni elementari su una security. Le proprietà distributive dell'equazione stocastica differenziale di Ornstein-Uhlenbeck nel tempo continuo, consentono di costruire soglie dinamiche per l'individuazione di valori anomali delle variabili finanziarie, c.d. alert. Dall'analisi del titolo azionario *Fiat/Chrysler Automobiles* (FCA.MI), eseguita sui volumi di trading e sui rendimenti giornalieri, osservati durante il primo semestre del 2001, in data 06/04/01, sono “accesi” alert per entrambe le serie esaminate, i quali indicano valori anomali rispetto agli intervalli di confidenza calibrati.

Questi risultati trovano riscontro nelle informazioni rilasciate da Consob nella relazione annuale 2002, dove in data 6 aprile 2001, è segnalato un caso di abuso di manipolazione operativa avente ad oggetto azioni ordinarie FIAT, le quali rappresentavano il sottostante di una opzione put Europea contenuta in un *reverse convertible*. Nel dicembre del 2002 l'Autorità Giudiziaria, a seguito dell'accertamento dell'episodio di abuso di mercato, ha provveduto a notificare sentenze di patteggiamento nell'ambito di processi penali aventi ad oggetto, un caso di operazioni artificiose volto a provocare il ribasso del prezzo di apertura del titolo. In virtù della mancanza di dati sensibili, utili al completamento della costruzione degli alert di concentrazione statica e dinamica previsti dalla procedura Consob, i risultati ai quali siamo pervenuti sono da considerarsi soddisfacenti ai fini della nostra analisi. Inoltre, la nostra ipotesi è quella di considerare la fattispecie di manipolazione di mercato come un episodio il quale si verifica in un breve intervallo di tempo (es. una giornata di trading o una settimana) come sancito anche dalla letteratura menzionata, in quanto il protendersi della operazione comporterebbe il venir meno del beneficio economico del manipolatore.

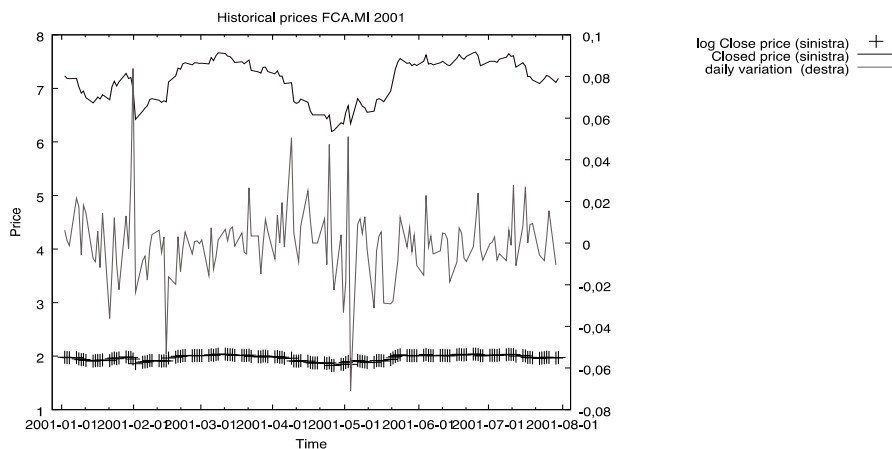
BIBLIOGRAFIA

- AITKEN, MICHAEL J., and FREDERICK H. DEB. HARRIS. (2011), "Evidence-based policy making for financial markets: A fairness and efficiency framework for assessing market quality." *The Journal of Trading* 6.3: 22-31.
- AGGARWAL, RAJESH and WU, GUOJUN, (2006), "Stock Market Manipulations". *The Journal of Business*, 79, issue 4, p. 1915-1954
<http://EconPapers.repec.org/RePEc:ucp:jnlbus:v:79:y:2006:i:4:p:1915-1954>.
- ALFARANO, S. and LUX, T. (2003), "A minimal noise trader model with realistic time series properties". *Technical Report 2003–15*, Economics Working Paper, University of Kiel, Germany.
- ALLEN, F., and GALE, D. (1992). "Stock price manipulation", *Review of Financial Studies*, vol.5, pp. 503-529.
- ALLEN, F., LITOV, L., and MEI, J. (2006), "Large investors, price manipulation, and limits to arbitrage: An anatomy of market corners". *Review of Finance*, 10(4), 645–693.
- BAGLIANO FABIO C., FAVERO CARLO A., NICODANO GIOVANNA. (2011)."Insider Trading, Traded Volume and Returns,". *Working papers* 26, Former Department of Economics and Public Finance "G. Prato", University of Torino.
- BERNHARDT, D. and DAVIES, R. (2005), "Painting the tape: Aggregate evidence". *Economics Letters*, 89(3), 306–311.
- CONSULICH FEDERICO, (2010), "La giustizia e il mercato. Miti e realtà di una tutela penale dell'investimento mobiliare". *Giuffrè*, Milano, XV-452 p.
- FAMA, E. F., & FRENCH, K. R. (2012), "Size, value, and momentum in international stock returns". *Journal of financial economics*, 105(3), 457-472.
- FELIXSON, K. and PELLI, A. (1999), "Day end returns-stock price manipulation". *Journal of Multinational Financial Management*, 9(2), 95–127.
- GERACE, D., CHEW, C., WHITTAKER, C., & MAZZOLA, P. (2014). Stock Market Manipulation on the Hong Kong Stock Exchange. *Australasian Accounting Business & Finance Journal*, 8(4), 105.
- GEORGESCU-ROEGEN, N. (1971). The law of entropy and the economic process.
- HILLION, P., and SUOMINEN, M. (2004), "The manipulation of closing prices". *Journal of Financial Markets* 7, 351–375.
- KARA TAN BHALA, WARREN YEH,RAJ BHALA (2016)"International Investment Management: Theory, Ethics and Practice".
- LEANGARUN, T., TANGAMCHIT, P., and THAJCHAYAPONG, S. (2016), "Stock Price Manipulation Detection Based on Mathematical Models". *International Journal of Trade, Economics and Finance*, Vol. 7, No. 3, June.
- MINENNA, M. (2003), "The Detection of Market Abuse on Financial Markets: A Quantitative Approach". *Quaderni Di Finanza*, No. 54. Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=483962>.
- MURUGESAN, PUNNIAMOORTHY and THOPPAN, JOSE JAY (2012), "Detection of Stock Price Manipulation Using Discriminant Analysis". Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=2700037>.
- ÖGÜT, H., DOĞANAY, M. M., & AKTAŞ, R. (2009), "Detecting stock-price manipulation in an emerging market: The case of Turkey". *Expert Systems with Applications*, 36(9), 11944-11949.
- PREVOO, T., ter WEEL, B. (2010), "The Effects of a Change in Market Abuse Regulation on Abnormal Returns and Volumes: Evidence from the Amsterdam Stock Market". *De Economist* 158:237. Doi:10.1007/s10645-010-9146-1.
- PUTNIŠ, TĀLIS J. (April 8, 2011), "Market Manipulation: A Survey". *Journal of Economic Surveys*, Forthcoming. Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1805642>.

- SAHA, A., PETERSEN, H.J. (2012). "Detecting price artificiality and manipulation in futures markets: An application to Amaranth". *Journal of Derivatives & Hedge Funds* Vol. 18, 3, 254–271.
- THEL, S. (1994), "\$850,000 in six minutes – The mechanics of securities manipulation". *Cornell Law Review* 79, 219-298.
- VAN DER VAART, A. W., & WELLNER, J. A. (1996). Weak Convergence. In *Weak Convergence and Empirical Processes* (pp. 16-28). *Springer New York*.

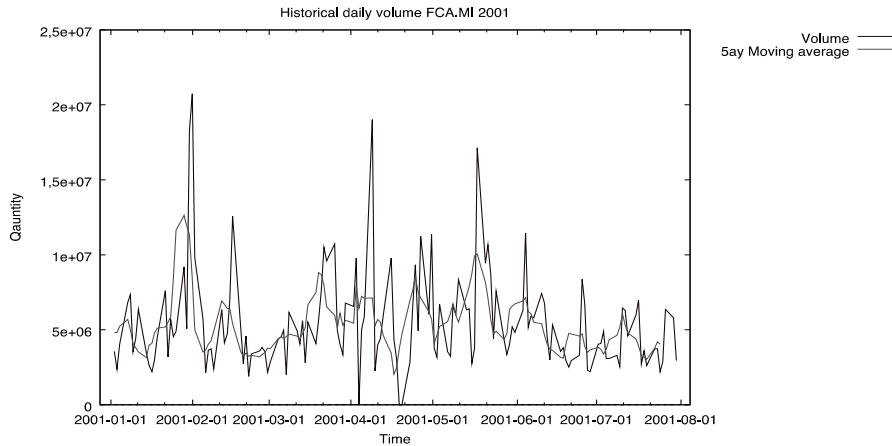
Appendice A – Grafici

Figura n. 3: serie storica prezzi e rendimenti titolo Fiat/Chrysler Automobili (FCA.MI).

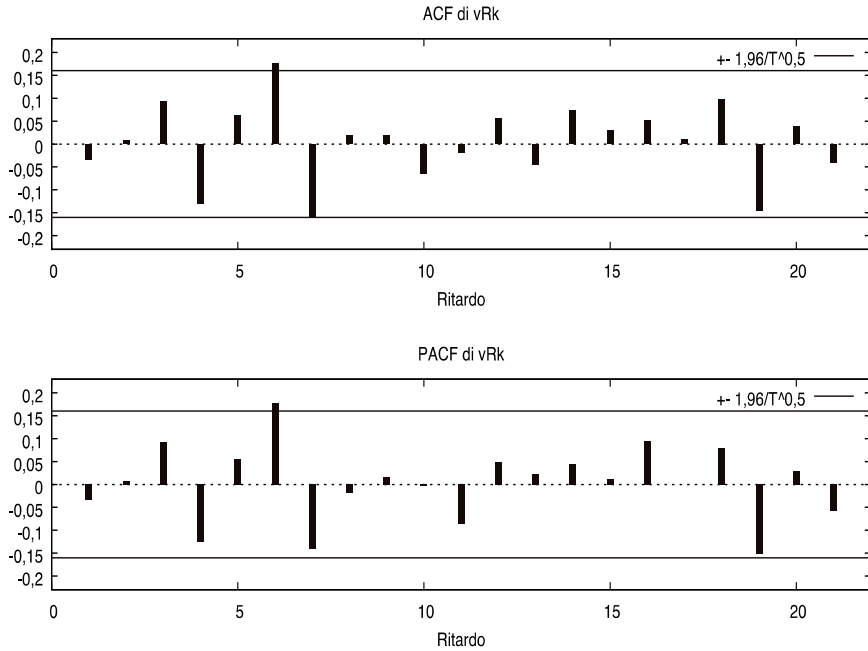


La figura n.3 rappresenta l'andamento dello storico dei rendimenti giornalieri calcolati sul prezzo di chiusura del titolo FCA (periodo 03/01/2001-30/07/2001). La curva della variazione dei rendimenti espressi in livelli (linea grigia) assume valori non lontani dalla media nel primo quadrimestre. A partire dal mese di febbraio si osserva un aumento nella volatilità, con variazioni positive, che potrebbero essere un segnale per l'ipotesi di manipolazione (rendimenti anomali); in aprile si osserva un forte oscillazione nei rendimenti, la cui variazione cambia tra il 6% e -6%. Nei restanti periodi, la volatilità si riduce.

Figura n.4: serie storica dei volumi di negoziazione Fiat/Chrysler Automobile (FCA.MI)

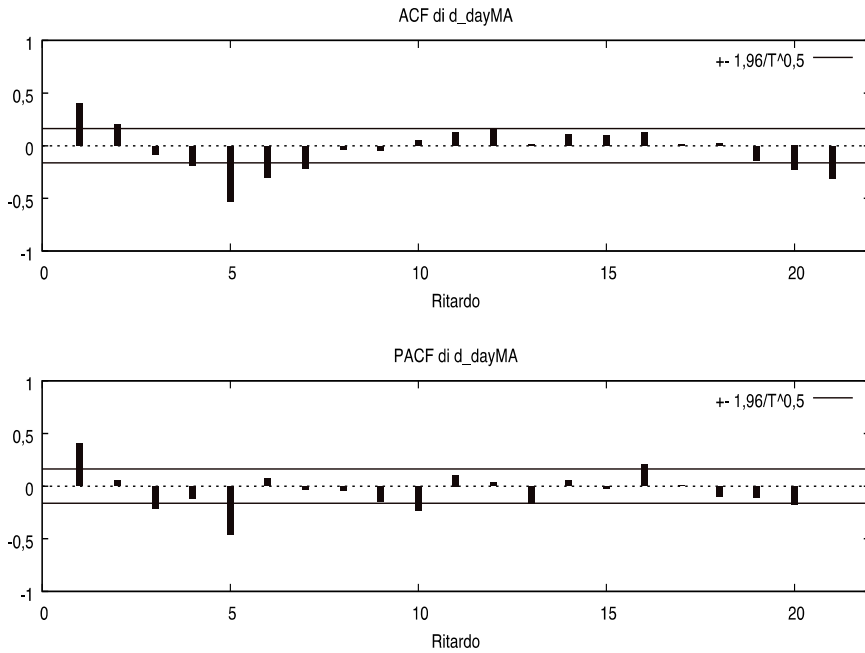


La figura n.4 rappresenta la serie storica delle quantità giornaliere scambiate sui mercati. La curva dei volumi negoziati (linea nera) presenta un aumento di volatilità in corrispondenza dei mesi di febbraio, aprile e giugno. La media mobile a 5 giorni dei volumi (linea grigia) ha un andamento più smussato, ma riesce a cogliere i momenti di forte volatilità. In corrispondenza del terzo intervallo (tra 2001/04/01 e il 2001/05/01) si osserva un forte calo nelle negoziazioni (i volumi assumono valori minimi).

Figura n.5 – correlogramma rendimenti titolo FIAT (FCA.MI) con $k=21$ ritardi.

Il grafico rappresenta le funzioni di autocorrelazione globale (pannello superiore ACF) e parziale (pannello inferiore PACF). Sull'asse verticale sono espresse le correlazioni $-1 < \rho < 1$ della variabile dipendente (variazione rendimenti vR_k) con i k lag temporali, e sull'asse orizzontale sono espressi i k intervalli. L'ACF mostra una correlazione positiva in presenza del lag $k=6$, e assenza di correlazione per $k > q$, dove q è l'ordine di un processo autoregressivo. La PACF conferma la forte correlazione per $k=6$, che si annulla rapidamente, cioè per $k > 6$ le correlazioni non sono significative. La presenza di correlazione positiva ($\rho > 0$) spiega come un valore osservato al ritardo 6 produce effetti positivi sul valore osservato in k .

Figura n.6- correlogramma della media mobile a cinque giorni del titolo FIAT (FCA.MI) con $k=21$ ritardi.



Nel pannello superiore del grafico (ACF) il valore di media mobile dei volumi in differenze (d_dayMA) tende a variare al di fuori delle bande: positivo in corrispondenza di lag $k=1$ e $k=2$, negativo per $k=5$; i valori di un dato istante k sono correlati con quelli dell'istante immediatamente precedente e a istanti rilevati 5 periodi indietro. Il pannello per l'autocorrelazione parziale (PACF) conferma la presenza di correlazione positiva tra le osservazioni in k e $k-1$, $k-2$ e negativa tra k e $k-5$. Per la spiegazione dei valori assunti dai volumi prevale la componente stocastica.

Appendice B- Tabelle delle stime**Tabella n.1-Modello ARIMA (6-7,1,0):
usando le osservazioni 2000-01-03:2001-07-31 (T = 149)**

Modello: ARIMA, usando le osservazioni 2001-01-04:2001-07-31 (T = 149)

Stimato usando il filtro di Kalman (MV esatta)

Variabile dipendente: (1-L) Rk

Errori standard basati sull'Hessiana

	coefficiente	errore std.	z	p-value
const	-1,48110e-05	,00139755	-0,01060	0,9915
phi_6	0,169157	0,0790529	2,140	0,0324 **
phi_7	-0,155209	0,0791740	-1,960	0,0500 **
Media var. dipendente	-0,000041	SQM var. dipendente	0,017372	
Media innovazioni	-0,000023	SQM innovazioni	0,016809	
Log-verosimiglianza	397,1878	Criterio di Akaike	-786,3756	
Criterio di Schwarz	-774,3598	Hannan-Quinn	-781,4938	

Note: SQM = scarto quadratico medio; E.S. = errore standard

	Reale	Immaginario	Modulo	Frequenza
AR				
Radice 1	1,3958	0,5120	1,4868	0,0560
Radice 2	1,3958	-0,5120	1,4868	-0,0560
Radice 3	-1,1891	0,0000	1,1891	0,5000
Radice 4	-0,6923	-0,9939	1,2112	-0,3468
Radice 5	-0,6923	0,9939	1,2112	0,3468
Radice 6	0,4359	-1,2169	1,2926	-0,1953
Radice 7	0,4359	1,2169	1,2926	0,1953

Nota: Il filtro di Kalman è un filtro ricorsivo che valuta lo stato di un sistema dinamico (Gaussiano a media nulla) a partire da una serie di misure soggette a rumore. (*), (**) e (***) rappresentano i livelli di significatività statistica (rispettivamente dell'1%, 5% e 10%). Il p-value rappresenta una stima quantitativa della probabilità che le i valori delle osservazioni siano dovute al caso.

**Tabella n.2- Modello: ARIMA (1,1,5),
usando le osservazioni 2000-12-26:2001-07-25 (T = 145)**

Modello: ARIMA, usando le osservazioni 2001-01-04:2001-07-25 (T = 145)

Stimato usando il filtro di Kalman (MV esatta)

Variabile dipendente: (1-L) dayMA

Errori standard basati sull'Hessiana

	coefficiente	errore std.	z	p-value

phi_1	0,353017	0,0779678	4,528	5,96e-06 ***
theta_5	-0,967935	0,121270	-7,982	1,44e-15 ***
Media var. dipendente	-5450,759		SQM var. dipendente	928321,5
Media innovazioni	-4614,584		SQM innovazioni	620025,8
Log-verosimiglianza	-2146,273		Criterio di Akaike	4298,547
Criterio di Schwarz	4307,477		Hannan-Quinn	4302,175

Note: SQM = scarto quadratico medio; E.S. = errore standard

	Reale	Immaginario	Modulo	Frequenza

AR				
Radice 1	2,8327	0,0000	2,8327	0,0000
MA				
Radice 1	1,0065	0,0000	1,0065	0,0000
Radice 2	-0,8143	-0,5916	1,0065	-0,4000
Radice 3	-0,8143	0,5916	1,0065	0,4000
Radice 4	0,3110	-0,9573	1,0065	-0,2000
Radice 5	0,3110	0,9573	1,0065	0,2000

Nota: Il filtro di Kalman è un filtro ricorsivo che valuta lo stato di un sistema dinamico (Gaussiano a media nulla) a partire da una serie di misure soggette a rumore. (*), (**) e (***) rappresentano i livelli di significatività statistica (rispettivamente dell'1%, 5% e 10%).