



Dipartimento
di Impresa e Management

Cattedra di economia dei mercati e degli intermediari finanziari

Le anomalie e le manipolazioni sull'indice VIX

Prof.

Claudio Boido

Matr. 206471

Giuseppe Scianamè

Anno Accademico 2018/2019

Indice

| | |
|--|----|
| INTRODUZIONE | 3 |
| Capitolo 1- Indice VIX | 4 |
| <i>1.1 - La composizione del VIX</i> | 4 |
| <i>1.2 - Correlazione tra VIX e S&P500</i> | 6 |
| <i>1.3 - I derivati sulla volatilità</i> | 10 |
| Capitolo 2 – Le anomalie dell’indice | 12 |
| <i>2.1 – Le significative oscillazioni nel trend storico</i> | 12 |
| <i>2.2 - Christmas Effect</i> | 16 |
| <i>2.3 - The day of the week effect</i> | 21 |
| Capitolo 3 – Manipolazione e speculazione | 24 |
| 3.1 – Le strategie di manipolazione | 24 |
| 3.2 - Le variazioni ribassiste su base speculativa | 32 |
| Conclusioni | 34 |
| Bibliografia | 36 |

INTRODUZIONE

La volatilità, espressa dalla deviazione standard, è uno dei più rilevanti concetti al centro degli studi economici e può essere definita come la misura dell'incertezza e del grado di rischiosità di un determinato asset.

Maggiore è la deviazione standard, maggiore è la differenza che si verifica tra i rendimenti attesi e i rendimenti effettivi di un asset; dunque, maggiore è la probabilità di incorrere in profitti o perdite elevate.

In questo senso il grado di volatilità rappresenta il rischio di un determinato asset.

Le borse per offrire agli investitori delle nuove opportunità di investimento hanno composto degli indici sulla volatilità. Il VIX (Cboe Global Markets) rappresenta attualmente quello più diffuso sui mercati finanziari.

L'elaborato ha la finalità di rispondere alle seguenti domande riguardanti tale indice:

1. Il trend storico del VIX presenta delle anomalie?
2. L'indice è composto in maniera tale da rendere fattibile la sua manipolazione?
3. Valori bassi del VIX indicano necessariamente una bassa volatilità futura, o potrebbero essere dovuti a manovre speculative?

Sarà suddiviso in tre parti. La prima descriverà l'indice VIX e la sua composizione, evidenziando la correlazione fra il rendimento dello S&P500 e il VIX e infine verranno presentati i vari derivati aventi come sottostanti la volatilità implicita.

Nella seconda parte saranno analizzate le anomalie individuate nel trend storico focalizzando l'attenzione su: il "Christmas effect" e "The day-of-the-week effect"

L'ultima parte evidenzierà i risultati delle ricerche accademiche riguardanti le possibili manipolazioni dell'indice VIX.

Capitolo 1- Indice VIX

1.1 - La composizione del VIX

Negli ultimi anni i principali giornali finanziari riportano sempre più spesso notizie riguardanti l'andamento del Market Volatility Index o VIX. La sua presenza è fortemente correlata alle improvvise fluttuazioni dell'indice statunitense Standard and Poor 500, mentre l'interesse decresce in presenza di mercati stabili. Il VIX, che misura la volatilità, fu introdotto nel 1993 dal Chicago Board Option Exchange CBOE con due principali finalità: la prima era quella di fornire un benchmark per la volatilità attesa nel breve periodo, la seconda era quella di creare un indice da utilizzare come sottostante dei contratti derivati. Il VIX misura la volatilità attesa e non quella passata, quindi, il suo valore è implicito nei prezzi correnti delle opzioni sullo S&P500 e rappresenta la volatilità che gli investitori si aspettano di osservare nel mercato durante i successivi 30 giorni.

Inizialmente l'indice era basato sul prezzo delle opzioni sullo S&P100 (OEX), e non su quelle dello S&P 500 (SPX), poiché le prime nel 1992 erano le più scambiate e rappresentavano circa il 75% dei volumi totali scambiati, mentre quelle dello S&P500 ricoprivano meno di un quinto (circa il 16%) dei volumi scambiati.

Nel 1992 i volumi di scambio medi giornalieri per le due tipologie di basic options erano bilanciati (120,475 contratti per le call e 125,302 contratti per le put). Durante l'ultima grande crisi finanziaria (i primi 10 mesi del 2008) il volume di scambio medio delle SPX put era di 909,748 contratti, ovvero oltre il 72% in più dei 525,460 contratti delle SPX call.

Il 22 Settembre 2003, il CBOE cambiò il metodo di calcolo dell'indice VIX, basandolo sui prezzi delle opzioni dello SPX ed includendo nel calcolo anche le opzioni out-of-the-money. Tale decisione fu motivata dal fatto che i prezzi delle put out-of-the-money includevano importanti informazioni riguardo la domanda di assicurazioni di portafoglio e dunque sulla volatilità attesa futura.

Si evidenzia che lo S&P100 e lo S&P500 sono perfetti sostituti e presentano uno stesso profilo di rischio/rendimento, infatti, tutte le azioni contenute nello S&P100 sono incluse a loro volta nello S&P500, rappresentando il 62,4% del valore della

capitalizzazione totale dell'indice. Le 34 azioni con capitalizzazione più alta dello S&P500 sono al pari di quelle dello S&P100.

L'indice VIX viene anche chiamato "l'indice della paura", in quanto il mercato delle opzioni dello SPX è ormai caratterizzato dalla forte presenza di investitori che prendono posizioni lunghe sulle put sull'indice quando temono una potenziale riduzione del mercato azionario. La forte domanda spinge in alto il premio e di fatto incrementa il costo di copertura.

Il Cboe Options Exchange calcola il valore dell'indice usando sia le opzioni standard che le settimanali dello SPX quotate sul Cboe Options. Le opzioni standard scadono il terzo venerdì di ogni mese, mentre quelle settimanali i restanti venerdì. È utile notare che solo le opzioni che scadono di venerdì sono utilizzate nel calcolo dell'indice VIX, in particolare solo quelle con vita residua maggiore di 23 giorni e minore di 37 giorni. Tali opzioni vengono poi ponderate, per trovare il valore della volatilità attesa dell'indice S&P500 nei successivi 30 giorni. Il valore dell'indice viene calcolato ogni 15 secondi dal lunedì al venerdì dalle 9:30 alle 16:15¹.

La formula utilizzata dalla CBOE per calcolare il valore del VIX è la seguente:

$$\sigma^2 = \frac{2}{T} \sum_i \frac{\Delta K_i}{K_i^2} e^{RT} Q(K_i) - \frac{1}{T} \left[\frac{F}{K_0} - 1 \right]^2$$

Fonte: CBOE

Dove

- $\sigma = \text{VIX}/100$
- T è la vita residua
- F è il valore dell'indice a termine derivato dal prezzo delle opzioni sullo SPX
- K_0 è il primo prezzo di esercizio al di sotto del valore dell'indice a termine (F)
- K_i è il prezzo di esercizio della i -esima opzione out-of-the-money. La quale sarà una call se $K_i > K_0$ o una put se $K_i < K_0$.
- ΔK_i è l'intervallo tra i prezzi di esercizio. $\Delta K_i = (K_{i+1} - K_{i-1})/2$
- R è il tasso di interesse risk-free corrisposto alla scadenza

¹ Eastern Standard Time

- $Q(K_i)$ è il punto medio del bid-ask spread per ogni opzione con prezzo di esercizio K_i .

Moltiplicando il valore di σ per 100 si ottiene il valore a cui è quotato il VIX.

1.2 - Correlazione tra VIX e S&P500

È opportuno comprendere i principali motivi per cui il VIX viene anche chiamato “l’indice della paura”. Nell’introduzione è stato evidenziato che il principale indicatore di rischio di un titolo è proprio la sua volatilità. All’aumentare della volatilità l’investitore richiederà un rendimento più alto. Dato che i prezzi delle azioni sono scontati per il tasso di interesse corrisposto, un aumento di quest’ultimo porterà i prezzi a diminuire. Questo è il principale legame esistente tra il VIX e lo S&P500, quando il primo aumenta (perché aumenta la volatilità), il secondo diminuisce (perché aumentano i tassi di interesse). Secondo quanto descritto finora è razionale aspettarsi che il VIX e lo S&P500 varino in maniera direttamente proporzionale. Tuttavia, tale aspettativa non risulta verificata nella realtà, in quanto la relazione tra i due indici risulta molto più complessa.

Una caratteristica comune tra i vari mercati è data dal fatto che il loro aumento segue un trend lento e stabile, mentre il loro crollo è brusco e veloce. È coerente quindi aspettarsi che l’indice varierà maggiormente in valore assoluto quando il mercato scende rispetto a quando sale.

Black (1976) fu il primo ad affermare che la volatilità dello S&P500 tende ad aumentare quando i prezzi scendono. La Giot (2005), Dennis, Mayhew e Stivers (2006), DeLisle, Doran, e Peterson (2011) analizzarono la relazione asimmetrica tra il VIX e lo S&P500, mostrando che l’incremento del VIX quando lo S&P500 diminuisce è maggiore della diminuzione che si verifica sul VIX quando lo S&P500 cresce.

Per testare tale tesi è possibile fare la regressione della variazione giornaliera del VIX, chiamata $RVIX$, della variazione del portafoglio di mercato, chiamata $RSPX$ e della variazione del portafoglio di mercato in caso di discesa del mercato, chiamata $RSPX^-$.

Quindi sarà: $RVIX = \beta_0 + \beta_1 RSPX + \beta_2 RSPX^- + \xi$

Se tale affermazione è vera, l'intercetta non dovrà essere significativamente diversa da 0 e il coefficiente angolare dovrà essere significativamente minore di 0. Attraverso un elevato numero di osservazioni (5753) tale predizione si è rilevata vera. Infatti, la relazione stimata tra il VIX e lo SPX è la seguente (Whaley 2009):

$$RVIX = -0.004 - 2.990 RSPX - 1.503 RSPX \text{ con } R^2 = 57\%.$$

L'intercetta stimata nella regressione è -0.004 e non è quindi significativamente diversa da 0.

Questo significa che se lo SPX non varia durante il giorno, anche l'indice VIX resterà pressoché stabile. Questo non deve sorprendere: mentre ci si attende che il valore delle azioni salga nel futuro, essendo l'incremento di prezzo necessario per compensare il rischio sopportato detenendo le azioni, per la volatilità non ci attende nessun incremento. Quando il VIX è alto tende ad allinearsi con la sua media di lungo periodo, viceversa quando è basso. I coefficienti angolari sono entrambi negativi e riflettono chiaramente non solo la relazione inversa esistente tra i movimenti del VIX ed i movimenti dello SPX, ma anche e soprattutto l'asimmetria che vi è tra la percentuale di crescita del VIX quando lo S&P500 scende e quella di decrescita che si ha quando lo S&P500 cresce. Tale asimmetria è causata dalle maggiori coperture di portafoglio aperte quando gli investitori temono che il mercato scenda (acquistando opzioni put sullo S&P500). Analizzando la regressione è possibile affermare che se lo SPX cresce di 100 punti base (1%), il VIX cadrà di $2.990 \cdot 0.01$, quindi di 299 punti base.

L'asimmetria risulta dal fatto che se lo SPX scende di 100 punti base, il VIX aumenta di $2.99 \cdot 0,01 + 1503 \cdot 0,01$, quindi di 449,3 punti base.

Avendo esaminato la relazione presente tra VIX e SPX, è possibile procedere nell'analisi di come tale correlazione può essere utilizzata dagli investitori per massimizzare trade-off rendimento-rischio di portafoglio.

Gli investitori quindi hanno iniziato a ricercare asset con manifeste proprietà di diversificazione. Una particolare categoria è quella della volatilità, la quale non solo è negativamente correlata con i rendimenti dell'equity, ma tale correlazione diventa più forte quando i rendimenti dell'equity sono negativi. La forte correlazione negativa con lo S&P500 rende il VIX uno strumento piuttosto appetibile per molti investitori soprattutto quando quest'ultimo è in ripida discesa (come durante la crisi del 2007/2008). Inoltre, secondo Daigler e Rossi (2006), sembrerebbe che aprire una

posizione lunga sul VIX quando è a livelli molto bassi, fornirebbe non solo una buona copertura contro la caduta dello S&P500, ma l'investitore non subirebbe una chiara penalizzazione durante le fasi di crescita dello S&P500. Sarebbe auspicabile investire maggiormente nel VIX quando è a livelli molto bassi, e meno quando è a livelli alti. Szado (2009) dimostrò che una posizione lunga sulla volatilità potrebbe comportare rendimenti negativi per periodi lunghi, ma renderebbe possibile una significativa protezione da una brusca discesa del mercato.

Per dimostrare il beneficio di detenere il VIX in un portafoglio azionario, osserviamo la *Tabella 1*, la quale illustra il tasso di rendimento mensile atteso, la deviazione standard e l'indice di Sharpe per un portafoglio composto solo dallo S&P500 e per un portafoglio composto per il 90% dallo S&P500 e per il 10% dal VIX durante il periodo 1996-2016. Il rendimento del 13.5% è più alto per il portafoglio con il VIX, il quale ha una deviazione standard di 30.1% (più bassa rispetto al portafoglio composto solo dallo S&P500). L'indice di Sharpe risulta incrementato del 62.5% con questa nuova combinazione. Questo risultato supporta la strategia consistente nel detenere il VIX per diversificare il rischio di portafoglio.

Tabella 1

| Portafoglio | Rendimento mensile medio | Deviazione standard dei rendimenti | Indice di Sharpe |
|----------------------------------|--------------------------|------------------------------------|------------------|
| Caso A: 1996-2006 | | | |
| 100% S&P500 | 0,61% | 4,54% | 0,1353 |
| 90% S&P500 10% VIX | 0,72% | 3,13% | 0,2302 |
| Caso B: 2006-2013 | | | |
| 100% S&P500 | 0,52% | 4,61% | 0,1123 |
| 90% S&P500 10% VIX | 0,68% | 3,04% | 0,2226 |
| 90% S&P500 10% VIX FUTURES | 0,06% | 3,06% | 0,0182 |

Fonte: Berkowitz e Delisle (2018)

Tuttavia, investire realmente nel VIX non è così semplice come nell'esempio appena presentato; infatti, il VIX, non è un'attività scambiabile che può essere acquistata allo stesso modo di un'azione o un'obbligazione.

Costruire un portafoglio che replichi esattamente l'andamento del VIX implicherebbe cambiarne la composizione troppo frequentemente dato che, ogni minuto, il peso delle opzioni computate nel calcolo del suo valore aumenta per quelle aventi vita residua maggiore di 30 giorni e diminuisce per le altre.

Il trading continuo è caratterizzato da costi di transazione talmente alti che risulta proibitiva la sua esecuzione. Dunque, gli investitori non possono investire direttamente sul VIX in quanto non sarebbe una scelta razionale dato che i costi di transazione annullerebbero del tutto i benefici della diversificazione.

I vari market maker hanno iniziato a creare prodotti finanziari che rendessero possibile l'applicazione della strategia di investimento appena illustrata. Sui mercati, infatti, sono ora negoziati i derivati sulla volatilità come i future sul VIX.

Il caso B della *tabella 1* mostra i risultati che si otterrebbero se si potesse investire in maniera diretta sul VIX: il portafoglio diversificato con il VIX ha un indice di Sharpe di gran lunga superiore a quello composto solo dall'indice di mercato. Un portafoglio composto per il 10% con i future sul VIX presenta un indice di Sharpe inferiore di circa il 90%, quindi risulta altamente sconveniente. Tutte le attività sulla volatilità scambiabili sono costose e presentano un rendimento atteso molto basso che rende inefficiente il loro utilizzo per diversificare efficacemente il portafoglio.

Un'ulteriore conferma della correlazione inversa tra il VIX e lo S&P500 è fornita da Berkowitz e DeLisle (2018), i quali hanno raccolto attraverso Bloomberg i dati relativi alle variazioni mensili dello S&P500 e del VIX, rappresentati nella *tabella 2* sottostante.

Tabella 2

| | N | Mean Return | Median | Std Dev | Skewness | Kurtosis | Correlation |
|--|-----|-------------|--------|---------|----------|----------|-------------|
| Panel A: Full Sample | | | | | | | |
| S&P 500 | 287 | 0.70% | 1.11% | 4.27% | -0.63 | 1.22 | |
| VIX Index | 287 | 1.30% | -1.35% | 18.33% | 1.17 | 2.64 | -0.651 |
| Panel B: Months with Positive S&P 500 Returns | | | | | | | |
| S&P 500 | 181 | 3.22% | 2.79% | 2.41% | 0.98 | 0.53 | |
| VIX Index | 181 | -6.52% | -7.48% | 12.40% | 0.43 | 0.41 | -0.283 |
| Panel C: Months with Negative S&P 500 Returns | | | | | | | |
| S&P 500 | 106 | -3.61% | -2.54% | 3.38% | -1.60 | 3.18 | |
| VIX Index | 106 | 14.66% | 10.14% | 18.60% | 1.17 | 2.11 | -0.531 |

Fonte: Berkowitz e Delisle (2018)

Il Panel B mostra che il VIX è diminuito in media del 6,52% nei mesi in cui lo S&P500 è cresciuto mediamente del 3,22%. Il Panel C mostra invece che nei mesi in cui lo S&P500 è diminuito mediamente del 3,61%, il VIX è cresciuto mediamente del 14,66%. Questo evidenzia l'asimmetria sostanziale che c'è nel VIX in presenza di un mercato rialzista o ribassista. È importante notare come la standard deviation media del VIX sia sostanzialmente superiore a quella dello S&P500 e come la correlazione negativa sia più forte in periodi di discesa del mercato.

1.3 - I derivati sulla volatilità

L'idea di inserire la volatilità in un portafoglio non è un concetto nuovo, tuttavia, l'abilità di scambiare un tale asset è un fenomeno osservabile sui mercati finanziari solo da poco tempo.

Gli swap sulla varianza (i primi strumenti utilizzati sulla volatilità) funzionano in maniera molto semplice: chi assume una posizione long riceve un tasso pari alla differenza tra la varianza osservata e la varianza attesa fissata all'inizio dello swap. Con il passare del tempo diventò sempre più popolare la strategia di investire sulla volatilità ed il CBOE per il crescente interesse introdusse nel 2004 i contratti future sul VIX negoziabili in multipli da 1000\$ e regolati alla scadenza tramite cash-settlement.

I future sul VIX riscontrarono molto successo, da spingere il CBOE nel 2006 a lanciare sul mercato i contratti di opzione, europea, sul VIX, negoziabili in multipli da 100\$, che se esercitati si concludono con la consegna del denaro il giorno di borsa aperta successivo alla scadenza.

Valutare tali opzioni però risulta davvero difficile in quanto i modelli di pricing di opzioni neutrali al rischio, come il modello di Black and Scholes, dipendono dall'assunzione che sia possibile replicare il portafoglio usando l'attività risk free e gli asset sottostanti. Nel nostro caso il bene sottostante al VIX non è negoziabile sul mercato (essendo la volatilità di mercato), quindi, non è possibile replicare il portafoglio ed applicare il modello di pricing.

Altri derivati sulla volatilità sono:

1. I "forwards di volatilità": pagano un importo pari al prodotto tra un valore nozionale e la differenza tra la volatilità osservata durante la vita del contratto e

quella definita inizialmente. Il livello iniziale della volatilità è scelto in modo che il valore iniziale sia nullo.

2. I Forwards volatility agreements: i FVA hanno per oggetto non la volatilità storica, ma quella implicita. Alla scadenza, i forwards volatility agreements pagano la differenza tra la volatilità implicita per la scadenza prefissata e il FVA strike fissato all'origine.
3. I volatility swaps: pagano alla scadenza la differenza tra la volatilità osservata durante la vita del contratto e il volatility strike fissato all'origine.

Il VIX non è l'unico indice che rappresenta la volatilità, è semplicemente il primo ad essere stato introdotto ed in quanto tale gode del vantaggio del first-mover. Il metodo usato dal CBOE per calcolare il valore dell'indice può essere utilizzato non solo sui prezzi delle opzioni sullo S&P500 ma anche sulle opzioni di qualsiasi altro mercato; infatti il CBOE ha già applicato tale metodo per creare un indice sulla volatilità anche per il NASDAQ 100 (VXN), il quale è l'indice delle 100 maggiori imprese non finanziarie quotate sul mercato americano, e per il DJIA (VXD), ovvero il più noto indice azionario americano.

Non deve sorprendere il fatto che il VIX sia stato imitato su tanti altri mercati del mondo: il NYSE Euronext ha creato un indice della volatilità per l'AEX (che comprende 25 azioni quotate ad Amsterdam), il BEL20 (un indice di 20 azioni belghe), il CAC40 (indice di 40 azioni francesi) ed il FTSE 100 (che rappresenta 100 azioni quotate nel Regno Unito).

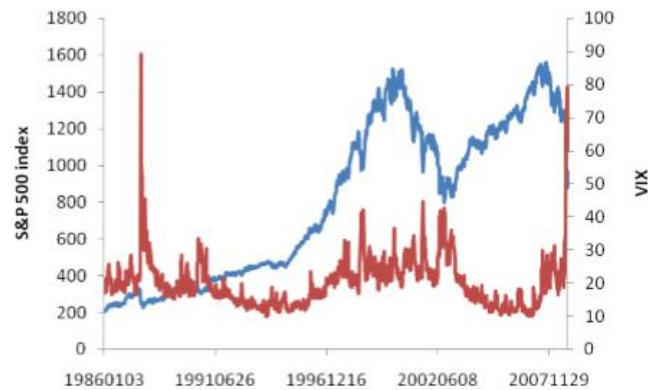
Nel mercato italiano è presente l'indice FTSE MIB Implied Volatility (IVI), che misura proprio la volatilità del FTSE MIB, ovvero del più significativo indice azionario della Borsa Italiana.

Il VSTOXX è l'indice che offre un benchmark della volatilità Europea. È anch'esso calcolato in maniera simile al VIX, misurando la volatilità implicita per i successivi 30 giorni dell'EURO STOXX 50, ovvero dell'indice azionario dei principali titoli dell'eurozona. L'andamento del VSTOXX risulta fortemente correlato al VIX.

Capitolo 2 – Le anomalie dell'indice

2.1 – Le significative oscillazioni nel trend storico

Grafico 1



Fonte: Whaley (2009)

Gli investitori possono trarre un vero beneficio da un indice confrontando il livello attuale con quelli precedenti. Nel caso del VIX è utile individuare quale sia il suo normale comportamento osservando le oscillazioni del trend storico.

Il *grafico 1* mostra i livelli di chiusura settimanale dello S&P500 e del VIX dall'inizio di gennaio 1986 fino alla fine di ottobre 2008². Anche se non è precisamente osservabile dal grafico settimanale, il VIX raggiunse il suo massimo storico durante il crash di mercato del 19 Ottobre 1987. Questa fu l'unica volta in cui il VIX superò il livello di 100. Entro la fine di quella settimana il suo valore si assestò al di sotto di 90 continuando tuttavia a persistere su livelli anomali durante le successive settimane. Un altro improvviso rialzo si è ripetuto nell'ottobre del 1989 a seguito di un mini-crash dello S&P500 dovuto al fallimento dell'accordo di leveraged buyout della UAL Corporation da 6,85 miliardi di dollari. Nella metà del 1990 fu soggetto ad un altro incremento quando l'Iraq invase il Kuwait.

Due evidenti rialzi si manifestarono nell'ottobre 1997 e un anno dopo nello stesso mese. Il primo fu causato da forti vendite sul mercato azionario che fece crollare il Dow di 555 punti base, il secondo fu generato da un eccessivo nervosismo creatosi sul

² Fino al 22 Settembre 2003 nel calcolo del VIX erano computate le opzioni dello S&P100, il quale è un perfetto sostituto dello S&P500.

mercato per via dell'incertezza sul futuro politico ed economico della Russia e da nuovi dati che segnalavano un rallentamento dell'economia americana.

Dopo ogni rialzo il valore dell'indice gradualmente si posiziona su livelli più normali. Dall'andamento grafico si evince che il VIX e lo S&P500 si muovano in maniera inversamente correlata, ma in alcuni momenti un rally di mercato è accompagnato da un rialzo della volatilità, come è avvenuto nei primi due mesi del 1995, probabilmente perché gli investitori apprezzarono il fatto che un partito gestiva la Casa Bianca ed un altro il Congresso; durante giugno e luglio 1997 a seguito degli ottimi risultati trimestrali conseguiti dalle aziende, poi a gennaio e dicembre 1999 a seguito dell'euforia irrazionale che si creò durante la fine del ventesimo secolo.

Il sentiment degli investitori può quindi subire delle ripercussioni anche durante una fase di crescita del mercato.

Whaley (2009) ha evidenziato l'andamento dell'indice analizzando i tratti più significativi.

Il *grafico 2* riporta la relazione tra i prezzi di chiusura giornalieri del VIX e dello S&P500 dal primo Gennaio 1990 al 3 Maggio 2019, a differenza del precedente grafico (elaborato da Whaley) che presentava i prezzi di chiusura settimanali³.

I dati riguardanti il VIX sono stati raccolti dal sito del CBOE mentre i prezzi di chiusura giornalieri dello S&P500 da Yahoo Finance. Il *grafico 2*, ottenuto con l'ausilio di Excel, evidenzia che dopo il forte balzo conseguente alla crisi del 2008, il VIX è tornato lentamente ad assumere i suoi livelli normali; tuttavia, negli ultimi 10 anni si sono ripresentati saltuariamente altri improvvisi rialzi.

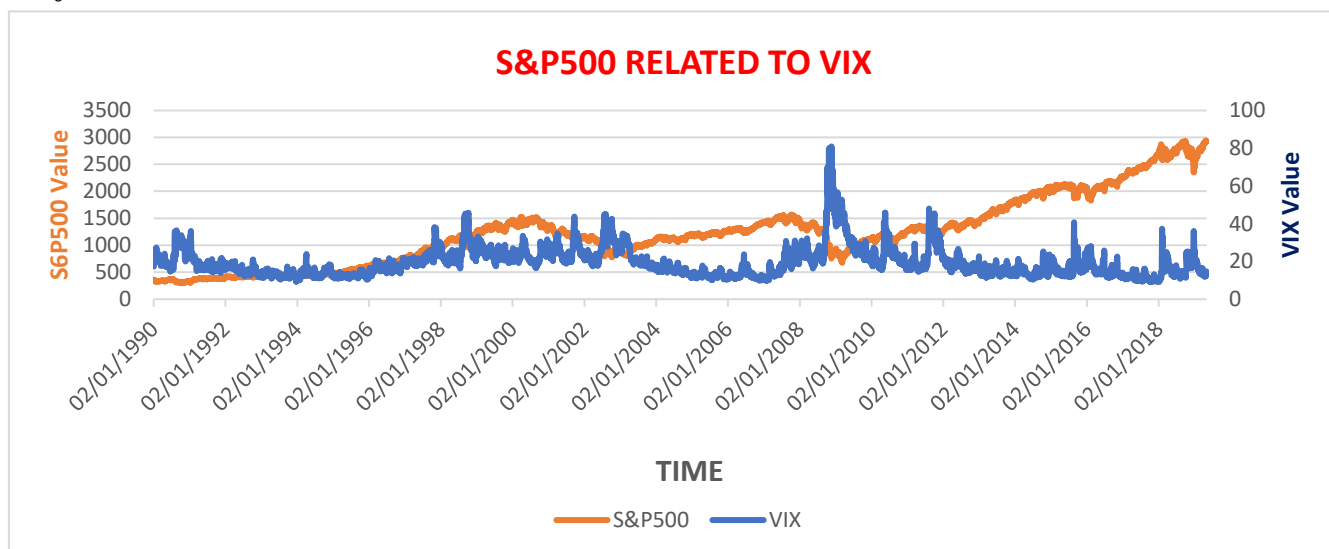
In particolare, l'indice crebbe a seguito del Flash Crash del 6 Maggio 2010⁴. Poco più di un anno dopo, lunedì 8 Agosto 2011 (Black Monday), il mercato crollò a seguito del declassamento del rating del debito sovrano statunitense da AAA ad AA+ e il VIX raggiunse un nuovo picco sfiorando quota 50. Il crollo del lunedì nero asiatico (15 Agosto 2015), provocato dall'incertezza creatasi sul futuro economico della Cina ebbe

³ Sono stati preferiti i livelli di chiusura giornalieri e non settimanali per poter evidenziare i picchi raggiunti durante determinate giornate

⁴ La SEC presentò una relazione secondo la quale una singola transazione di grandi dimensioni generata da un software di negoziazione ad alta frequenza aveva causato una forte variazione nel prezzo delle azioni. L'effetto della massiccia presenza di algoritmi di negoziazioni ad alta frequenza (High frequency trading, HFT) aveva immediatamente allargato a tutto il listino gli effetti dell'operazione causando una sensibile e veloce perdita di valore della borsa.

conseguenze che si dilatarono velocemente sui mercati globali facendo crescere l'indice di oltre il 200% in 2 giorni.

Grafico 2



Utilizzando gli stessi dati raccolti per costruire il *grafico 2* è possibile definire in modo probabilistico quali valori dell'indice sono normali e quali anomali.

La *tabella 1*, costruita su Excel, riporta la distribuzione dei valori di chiusura del VIX osservati tra il 1° Gennaio 1990 ed il 3 Maggio 2019. La prima colonna indica l'anno preso in considerazione, la seconda il numero di osservazioni effettuate per quel determinato anno, mentre le seguenti riportano la probabilità di osservare l'indice al di sotto di un determinato valore. Dalla prima riga della tabella si evince che la mediana del livello di chiusura dell'indice durante l'intero periodo considerato è 17,36. Il 50% delle volte il VIX ha chiuso tra 13.58 e 22.64 (range di 9.06 punti), il 75% tra 11.09 e 28.5 (range di 17.41 punti).

La *tabella 1* mostra anche che ogni anno cambiano sostanzialmente i valori considerati normali. Nel 1990 ad esempio, la mediana del valore di chiusura del VIX era circa 22.59; nello stesso anno il 50% delle volte il VIX chiuse tra 19,51 e 27,26 ed il 90% delle volte tra 16.52 e 30.83. Il 2008 è l'anno caratterizzato dal range più ampio: il VIX chiuse tra 18.61 e 68.16 (range di ben 49,55 punti indice) il 90% delle volte.

La *tabella 1* mostra che la probabilità di osservare il livello dell'indice oltre 33.11 è del 5%. Per misurare la paura presente sul mercato è importante considerare anche per quanto tempo il VIX persista al di sopra di certi livelli anomali.

Contando il numero di giorni consecutivi in cui l'indice ha chiuso al di sopra di 33.11 è possibile identificare due periodi in cui il VIX è rimasto oltre tale valore per più di 30 giorni: dal 28 agosto al 24 ottobre 2002 (39 giorni), persistenza probabilmente legata agli effetti dello scoppio della bolla sulle aziende dot.com, e dal 26 settembre 2008 al 5 maggio 2009 (ben 222 giorni) a seguito della crisi finanziaria.

Tabella 1

| YEAR | N Obs | 5% | 10% | 25% | 50% | 75% | 90% | 95% |
|------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|
| ALL | 7392 | 11,25 | 11,9 | 13,58 | 17,36 | 22,64 | 28,5 | 33,11 |
| 1990 | 253 | 16,52 | 17,18 | 19,51 | 22,59 | 27,26 | 29,9 | 30,83 |
| 1991 | 253 | 14,92 | 15,45 | 16,04 | 17,46 | 19,78 | 22,26 | 26,01 |
| 1992 | 254 | 12,32 | 12,62 | 13,74 | 15,43 | 16,87 | 18,45 | 19,08 |
| 1993 | 253 | 10,89 | 11,21 | 11,74 | 12,44 | 13,62 | 14,51 | 15,03 |
| 1994 | 252 | 11,16 | 11,39 | 12,18 | 13,9 | 15,55 | 16,62 | 17,02 |
| 1995 | 252 | 11,12 | 11,25 | 11,64 | 12,32 | 12,98 | 13,68 | 14,26 |
| 1996 | 254 | 13,42 | 14,13 | 15,23 | 16,26 | 17,57 | 19,13 | 20,16 |
| 1997 | 253 | 18,58 | 19,02 | 19,76 | 20,96 | 23,86 | 28,95 | 32,14 |
| 1998 | 252 | 18,28 | 18,99 | 20,55 | 23,17 | 28,86 | 36,87 | 40,73 |
| 1999 | 252 | 20,12 | 21,09 | 22,35 | 24,14 | 26,24 | 28,47 | 29,7 |
| 2000 | 252 | 17,93 | 18,95 | 20,75 | 23,34 | 26 | 27,71 | 28,94 |
| 2001 | 248 | 20,15 | 20,74 | 22,15 | 24,28 | 28,63 | 32,32 | 35,05 |
| 2002 | 252 | 18,45 | 19,3 | 21,38 | 26,57 | 32,86 | 37,45 | 39,78 |
| 2003 | 252 | 16,48 | 16,82 | 18,37 | 19,95 | 25,1 | 31,31 | 32,7 |
| 2004 | 252 | 12,7 | 13,09 | 14,34 | 15,34 | 16,57 | 18,15 | 19,01 |
| 2005 | 252 | 10,79 | 11,1 | 11,7 | 12,54 | 13,67 | 14,87 | 15,66 |
| 2006 | 251 | 10,55 | 10,79 | 11,37 | 12,01 | 13,74 | 16,29 | 17,77 |
| 2007 | 251 | 10,37 | 11,1 | 13,15 | 16,64 | 22,47 | 25,31 | 26,54 |
| 2008 | 253 | 18,61 | 19,66 | 21,94 | 25,12 | 42,51 | 61,44 | 68,16 |
| 2009 | 252 | 21,14 | 22,11 | 24,31 | 28,74 | 39,69 | 45,52 | 48,05 |
| 2010 | 252 | 16,47 | 17,29 | 18,38 | 21,73 | 25,4 | 29,69 | 33,95 |
| 2011 | 252 | 15,82 | 16,06 | 17,45 | 20,76 | 31,61 | 36,27 | 39,43 |
| 2012 | 250 | 14,42 | 15,04 | 15,85 | 17,55 | 19,07 | 21,58 | 22,43 |
| 2013 | 252 | 12,31 | 12,53 | 13,02 | 13,76 | 15,06 | 16,74 | 17,53 |
| 2014 | 252 | 11,35 | 11,65 | 12,39 | 13,68 | 15,12 | 17,3 | 19,72 |
| 2015 | 252 | 12,4 | 12,75 | 13,8 | 15,37 | 18,39 | 22,54 | 26,07 |
| 2016 | 252 | 11,76 | 12,15 | 13,12 | 14,4 | 17,65 | 22,35 | 25,12 |
| 2017 | 251 | 9,54 | 9,73 | 10,11 | 10,85 | 11,67 | 12,79 | 14,36 |
| 2018 | 251 | 11,09 | 11,8 | 12,65 | 15,6 | 19,96 | 23,4 | 25,6 |
| 2019 | 85 | 12,34 | 12,84 | 13,51 | 14,8 | 17,01 | 19,52 | 21,32 |

Fonte: Aggiornamento dell'elaborato di Whaley (2009)

2.2 - Christmas Effect

L'analisi del trend storico del VIX evidenzia come l'indice tenda a ripetere alcuni comportamenti in determinati giorni della settimana e in precise parti dell'anno.

Feldman e Jung (2017) mostrano l'esistenza del "Christmas Effect", ovvero un fenomeno che vede l'indice perdere valore nei giorni antecedenti le vacanze natalizie fino a toccare un minimo l'ultimo giorno di mercato aperto prima di Natale. L'esistenza di tale effetto è probabilmente giustificata dal fatto che i trader lavorano meno prima del Natale, riducendo gli scambi e quindi la volatilità.

Se tale motivo fosse vero sarebbe razionale aspettarsi che il VIX perda valore anche prima di tutte le altre maggiori festività americane.

Raccogliendo i dati dei valori spot del VIX tra il 1990 ed il 2015 è possibile sviluppare una regressione per osservare il comportamento dell'indice durante i principali "mesi di vacanza" americani: maggio (Memorial Day), agosto (Labour Day), novembre (Thanksgiving) e dicembre (Natale).

Equazione 1

$$\% \Delta VIX = \beta_0 + \beta_1 \% \Delta SP500_t + \beta_2 May_{td} + \beta_3 Aug_{td} + \beta_4 Nov_{td} + \beta_5 Dec_{td}$$

Fonte: Feldman e Jung (2017)

Attraverso l'equazione 1 si testa se l'indice perde valore durante i mesi di maggio, agosto, novembre e dicembre.

La variabile indipendente è la variazione percentuale del VIX. La variabile controllata è la variazione percentuale giornaliera dell'indice S&P500. Le variabili May, Aug, Nov e Dec sono variabili di comodo⁵ che assumono rispettivamente valore 1 nei giorni di negoziazione di maggio, agosto, novembre o dicembre, altrimenti valore 0. Il pedice *td* si riferisce al numero di giorni di borsa aperta.

Feldman e Jung sfruttano gli errori standard di Newey-West per eliminare l'eteroschedasticità⁶ del campione di dati utilizzato che renderebbe meno significativi i risultati.

⁵ Le variabili di comodo o dummy assumono solo valore 1 o 0 a seconda che sia soddisfatta o no una determinata condizione

⁶ Un campione di variabili casuali è eteroschedastico se al suo interno esistono sottopopolazioni che hanno diverse varianze.

Il riquadro 1 mostra i risultati della regressione, dai quali risulta evidente che il VIX declina maggiormente a dicembre (-2,4% in più rispetto agli altri mesi)

Riquadro 1

| Variable | Parameter Estimate | Standard Error |
|-------------------|---------------------------|-----------------------|
| Intercept | 0.037 | 0.0035** |
| %Δ S&P 500 | -3.35 | 0.165** |
| May ₂₂ | 0.021 | 0.018 |
| Aug ₂₂ | 0.062 | 0.019 |
| Nov ₂₂ | 0.003 | 0.015 |
| Dec ₂₂ | -0.024 | 0.015† |

Nota: ** indica livello di significatività dell'1%, † indica livello di significatività del 10%

Fonte: Feldman e Jung (2017)

Ripetendo l'analisi sugli altri indici di volatilità americani, come il VXN, VXO, VXD, RVX, OVX, ed il GVZ, è possibile affermare che il VIX è l'unico a risentire di questo effetto.

Storicamente è osservabile che il valore dell'indice declina leggermente anche durante i mesi di agosto e novembre, tuttavia tali diminuzioni sono di gran lunga inferiori in valore assoluto rispetto a quella di dicembre. Questa caratteristica può essere una piccola evidenza del fatto che il Christmas Effect sia causato dalla diminuzione dei volumi di trading, dato che anche in agosto e novembre i trader lavorano meno per concedersi un breve periodo di vacanza.

Riquadro 2

| Variabile | Osservazioni | Media | Massimo | Minimo | St Dev |
|------------------|---------------------|--------------|----------------|---------------|---------------|
| VIX Spot | 6533 | 19,82 | 80,86 | 9,31 | 7,92 |

Dati raccolti dal sito del CBOE. I dati sono i prezzi di chiusura giornalieri dal 1/1/1990 al 31/12/2015.

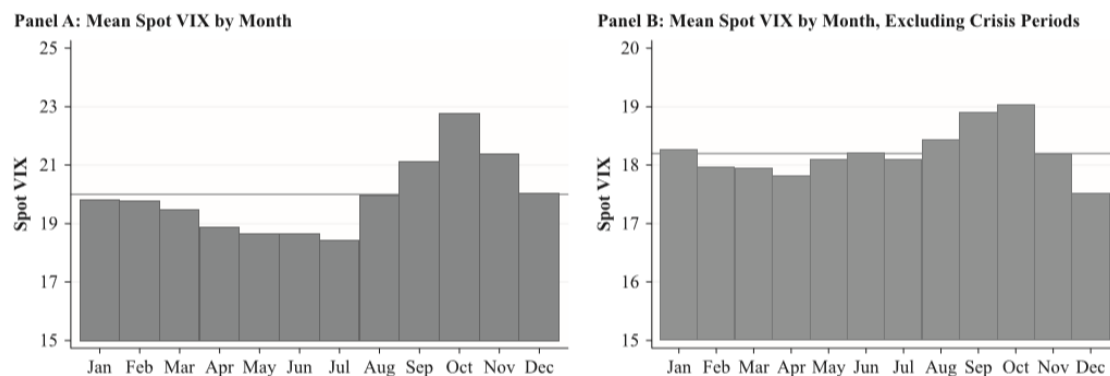
Fonte: Feldman e Jung (2017)

Il riquadro 2 sintetizza le statistiche dei valori spot assunti dal VIX dal primo gennaio 1990 al 31 dicembre 2015. La media dei valori spot è 19,82 e la standard deviation è 7.92.

Il *Panel A* del riquadro 3 mostra il valore medio del VIX per ogni mese dell'anno. La media di dicembre è 20, valore molto vicino a quello del periodo considerato (19.82). Il *Panel B* del riquadro 3 riporta gli stessi valori calcolati senza tener conto del periodo della crisi, la quale si considera iniziata nel momento in cui il VIX superò per la prima volta quota 40 e finita il giorno in cui scese al di sotto della sua media di lungo periodo. Tutti gli altri periodi sono considerati di "non crisi". Non considerando il periodo della crisi, la media di dicembre scende al di sotto di 17,5, diventando la più bassa tra i 12 mesi.

Riquadro 3

Statistiche del Valore spot del VIX



Nota: la linea orizzontale rappresenta il valore medio dell'indice

Fonte: Feldman e Jung (2017)

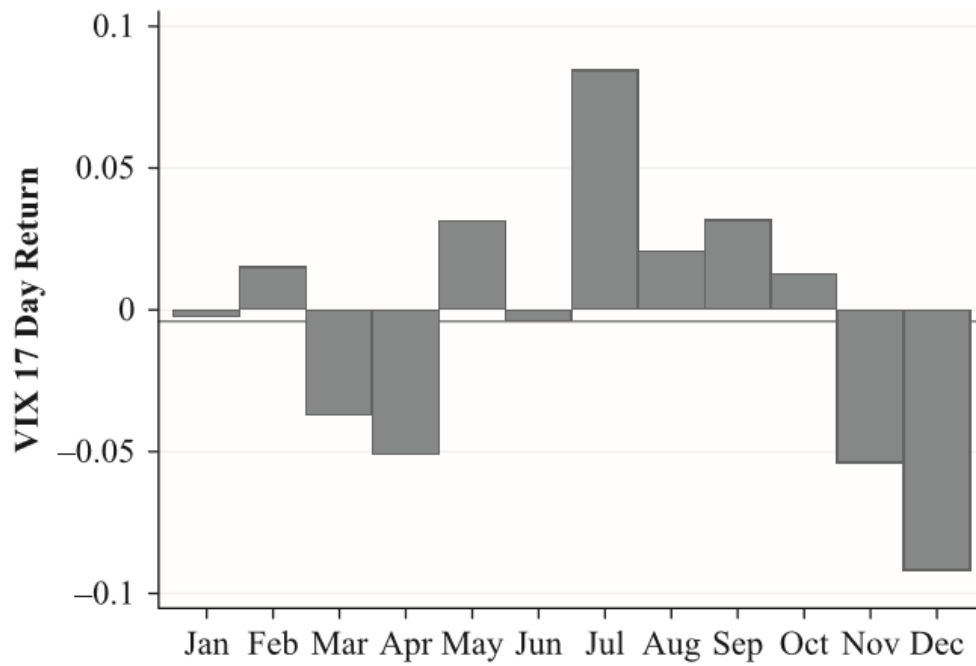
Il riquadro 4 mostra la media delle variazioni percentuali giornaliere del VIX durante i primi 17 giorni di negoziazione di ogni mese, che sono anche il numero di giorni di borsa aperta di dicembre prima dell'inizio delle vacanze. Il più grande declino avviene proprio a dicembre (-9.09%), il secondo a novembre (-5,5%) in vista del "Giorno del Ringraziamento".

Estendendo il risultato a tutti i 22 giorni di negoziazione del mese è osservabile che il VIX perde in media il 5,6% a dicembre, il 2,5% a maggio e lo 0,3% ad agosto.

L'evidenza grafica del riquadro 4 indica la presenza di un possibile "effetto vacanza" che si verifica a novembre e a dicembre. Il riquadro 5 mostra il rapporto tra i valori giornalieri del VIX e la loro media mensile. Il grafico si riferisce ai 4 mesi di vacanza e riporta a fine esemplificativo alcuni mesi "normali".

Riquadro 4

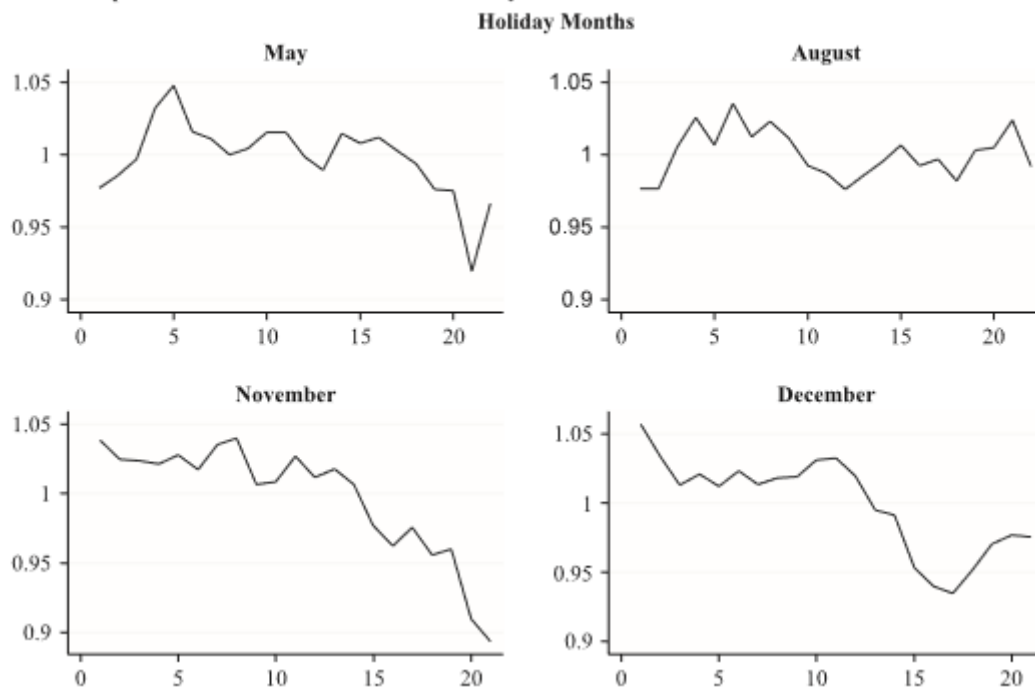
Variazione % giornaliera durante i primi 17 giorni di negoziazione



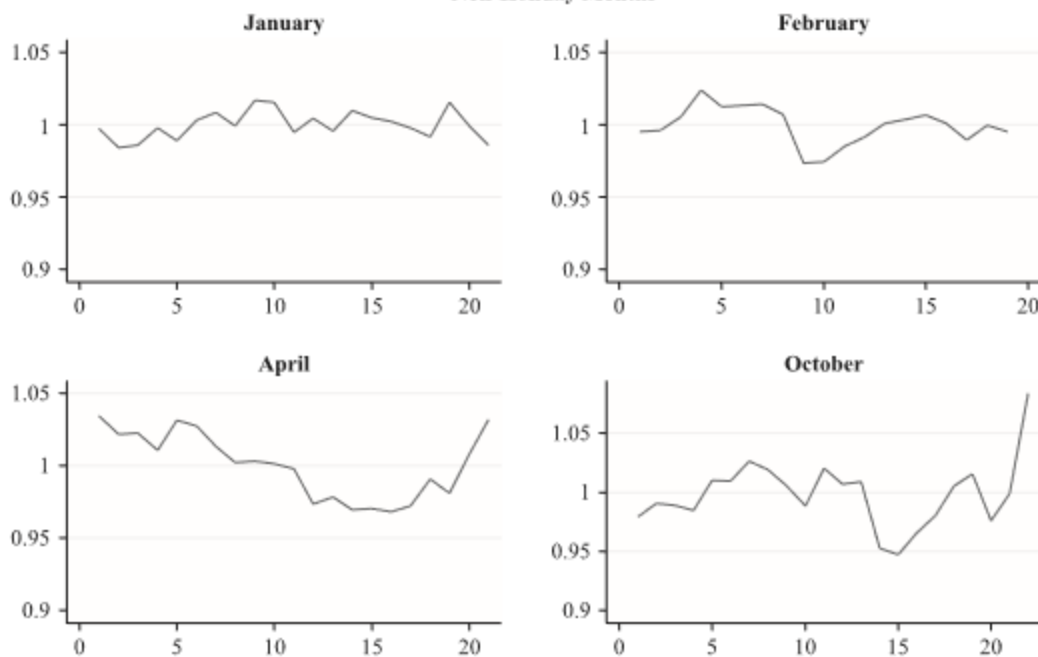
Nota: la linea orizzontale rappresenta la media delle variazioni % giornaliere durante i primi 17 giorni di borsa aperta

Riquadro 5

Panel A: Spot VIX/December VIX Mean for Holiday Months



Panel B: Spot VIX/December VIX Mean for Non-Holiday Months
Non-Holiday Months



Fonte: Feldman e Jung (2017)

Il declino di dicembre avviene a partire dal decimo giorno di negoziazione e trova il suo minimo durante il diciassettesimo trading day, giusto prima delle vacanze natalizie. I rapporti dei mesi di maggio e novembre diminuiscono durante il mese, suggerendo l'esistenza di un leggero effetto vacanza anche durante questi due mesi, che tuttavia non risulta statisticamente significativo. Questa caratteristica non appare invece durante i mesi normali, i quali non mostrano rilevanti andamenti negativi.

Basandosi sui risultati del riquadro 4, che indica che il VIX tende a diminuire principalmente tra il decimo ed il diciassettesimo giorno di negoziazione di dicembre e novembre, e tra il quindicesimo ed il ventiduesimo giorno di borsa aperta di maggio e agosto, è possibile sostituire nell'equazione 1 quattro nuove variabili di comodo da applicare lungo un periodo di tempo più breve.

$$\% \Delta VIX = \beta_0 + \beta_1 \% \Delta SP500_t + \beta_2 May_{15-22} + \beta_3 Aug_{15-22} + \beta_4 Nov_{10-17} + \beta_5 Dec_{10-17}$$

Fonte: Feldman e Jung (2017)

Nov10-17 e Dec 10-17 saranno uguali ad uno se il giorno di trading è uno tra il decimo ed il diciassettesimo e 0 altrimenti. May15-22 e Aug15-22 sono uguali ad uno se il giorno di negoziazione è uno tra il quindicesimo ed il ventiduesimo, 0 altrimenti.

Il riquadro 6 mostra i risultati ottenuti attraverso questa nuova regressione.

Riquadro 6

| Variable | Parameter Estimate | Standard Error |
|----------------------|---------------------------|-----------------------|
| May ₁₅₋₂₂ | 0.011 | 0.024 |
| Aug ₁₅₋₂₂ | 0.047 | 0.034 |
| Nov ₁₀₋₁₇ | -0.010 | 0.021 |
| Dec ₁₀₋₁₇ | -0.028 | 0.023 |

Fonte: Feldman e Jung (2017)

Risulta evidente che il valore spot del VIX declina maggiormente (-2,8%) rispetto agli altri mesi proprio durante gli otto giorni di negoziazione antecedenti il Natale. Inoltre, dal riquadro si evince che l'indice declina leggermente anche durante i giorni antecedenti il "Thanksgiving", tuttavia, approfondendo ulteriormente l'analisi è stato dimostrato che l'effetto vacanza esiste ed è statisticamente significativo solo nel mese di dicembre.

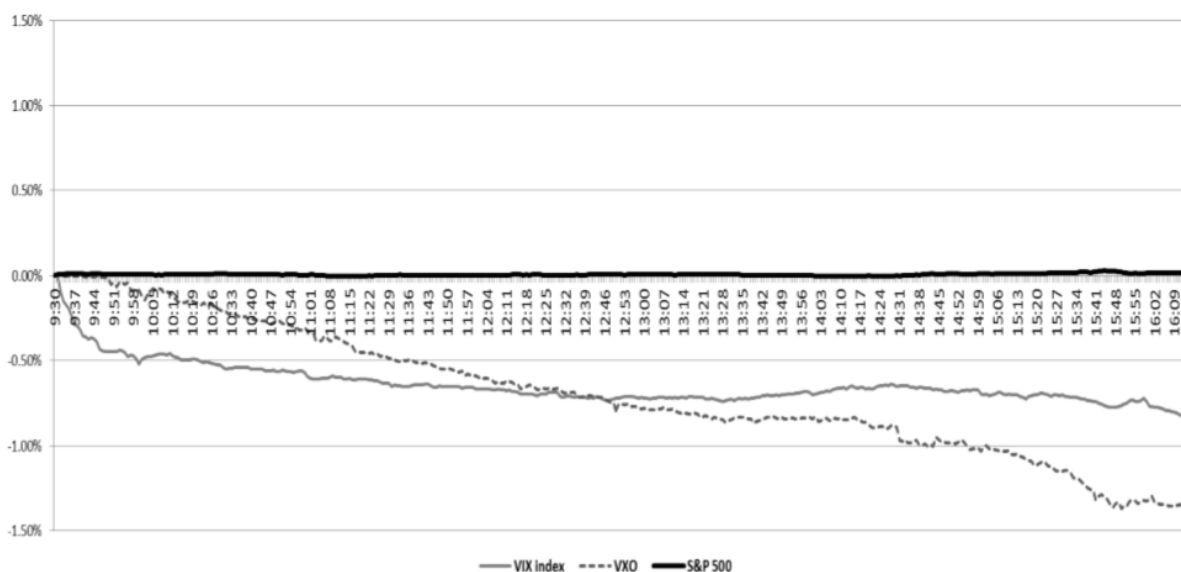
2.3 - The day of the week effect

Il "Christmas Effect" non è l'unica anomalia che caratterizza il VIX: altri comportamenti anomali dell'indice si manifestano in determinate ore del giorno, in specifici giorni della settimana e a seguito di particolari eventi.

In uno studio di Fernandez-Perez, Frijns, e Tourani-Rad (2016) viene analizzata la reazione del VIX agli annunci del Federal Open Market Committee (FOMC), e viene dimostrato che nei 45 minuti successivi ad un annuncio il VIX perde il 3%.

Una ricerca di Perez e Guerrero (2013) ha dimostrato l'esistenza del day-of-the-week effect sul VIX, evidenziando come l'indice tenda a crescere maggiormente il lunedì. Tale studio è stato poi approfondito da Fernandez-Perez, Frijns, Tourani-Rad e I. Webb (2016), i quali, analizzando gli andamenti giornalieri dell'indice, hanno rilevato la presenza di una chiara tendenza che si ripete sia in determinati giorni della settimana, sia in precisi momenti di una giornata di negoziazione.

Grafico 3



Fonte: Fernandez-Perez, Frijns, Tourani-Rad, I.Webb (2016).

Il grafico 3 mostra le variazioni percentuali cumulative intraday⁷ del VIX, VXO⁸ e S&P500. In media il VIX perde lo 0,8% al giorno. È rilevante la discesa che avviene durante i primi 30 minuti di negoziazione, probabilmente dovuta al dissolversi dell'incertezza creatasi prima dell'apertura del mercato; verso la fine della giornata il VIX accelera leggermente la sua diminuzione. Lo S&P500 non mostra invece tendenze rilevanti durante le varie ore di negoziazione.

La tabella 2 evidenzia il "day of the week effect": l'indice tende ad essere più alto il lunedì (giorno con valore medio massimo di 20.45), per poi diminuire lungo l'arco della settimana e recuperare il venerdì (valore medio di 20.11).

Dalla tabella si evince anche che il valore medio del VIX è più alto tra le 9:30 e le 10:30 (20.20): si evidenzia come tale valore diminuisca nel corso della giornata di negoziazione confermando il trend negativo intraday.

⁷ Durante l'arco di una giornata di negoziazione

⁸ Il VXO è il nome del vecchio VIX

Tabella 2

| Colonna1 | I | II | III | IV | V | VI | VII | Lun | Mar | Mer | Gio | Ven |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Media VIX | 20,20 | 20,15 | 20,14 | 20,13 | 20,14 | 20,14 | 20,13 | 20,45 | 20,19 | 20,06 | 20,01 | 20,11 |

Nota: I) 9:30-10:30, II) 10:30-11:30, III) 11:30-12:30, IV) 12:30-13:30, V) 13:30-14:30, VI) 14:30-15:30, VII) 15:30-16:15

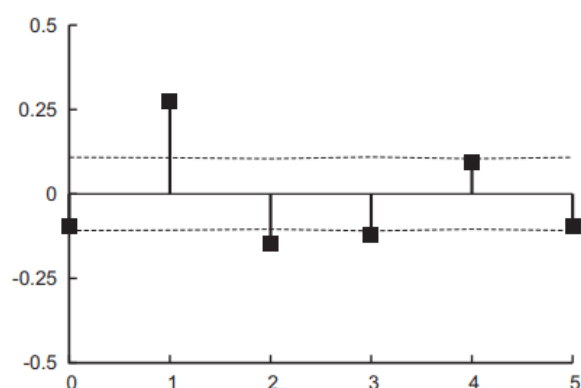
Fonte: Fernandez-Perez, Frijns, Tourani-Rad, I.Webb (2016)

Ulteriori prove di tale effetto sono fornite da Gonzalez-Perez e Guerrero (2013), i quali studiando gli andamenti stagionali del VIX, hanno rilevato non solo incrementi positivi di lunedì, ma hanno dimostrato che, eliminando i dati anomali, l'andamento dell'indice durante la settimana tende ad assumere una forma ad U: cresce di lunedì, diminuisce di martedì e mercoledì, torna a crescere il giovedì, per poi stabilizzarsi di venerdì. Il grafico⁹ 4 mostra le variazioni percentuali di $V_t^{(-0,5)}$ durante i giorni della settimana, facendo risaltare l'andamento ad U del valore dell'indice.

Infine, è interessante presentare brevemente il comportamento della volatilità dei mercati emergenti, la quale mostra caratteristiche simili al VIX.

In uno studio di Shaikh e Padhi (2015) viene dimostrata la presenza del "Day-of-the-week effect" anche sull'indice di volatilità del mercato indiano, ovvero l'India VIX (IVIX), il quale è calcolato con la stessa metodologia dell'indice americano. È stato dimostrato che il lunedì, all'apertura del mercato, l'IVIX cresce in modo significativo del 2,44% per poi diminuire il mercoledì.

Grafico 4



Fonte: Gonzalez-Perez, Guerrero (2013)

Sull'asse delle Y vi è $V_t^{(-0,5)}$, ovvero l'inverso della radice quadrata del valore del Vix. Sull'asse delle X i valori 1, 2, 3, 4, 5 corrispondono rispettivamente a lunedì, martedì, mercoledì, giovedì, venerdì.

Capitolo 3 – Manipolazione e speculazione

3.1 – Le strategie di manipolazione

In un mercato finanziario efficiente il prezzo di un bene rispecchia pienamente il suo valore reale. I partecipanti al mercato potrebbero tentare di manipolare i prezzi per incrementare i propri profitti; tuttavia, riuscire a deviare un prezzo dal suo valore di equilibrio è difficile per due semplici motivi: il discostamento dal suo valore fondamentale indurrebbe i trader a compiere operazioni di arbitraggio ed annullare di conseguenza tale variazione; inoltre, nel caso un trader dovesse riuscire ad aprire una posizione lunga o corta su uno strumento in modo tale da causarne una variazione di prezzo, al momento della chiusura della posizione il prezzo tornerebbe in equilibrio. Le evidenze empiriche sui mercati finanziari confermano che le manipolazioni sono molto rare.

Le ricerche di Kumar e Seppi (1992) e di Spatt (2014) mostrano come tuttavia alcuni mercati abbiano delle caratteristiche che rendano possibili eventuali manipolazioni. In particolare:

1. Se l'andamento di un mercato liquido fosse influenzato dai prezzi di un mercato illiquido, i quali sono più sensibili all'esecuzione di grandi ordini, un trader potrebbe tentare di far variare i prezzi sul mercato meno liquido per maturare profitti su posizioni aperte nel mercato più liquido collegato.
2. Solo i contratti futures regolati alla scadenza tramite cash-settlement offrono incentivo ad eventuali manipolatori, poiché il regolamento tramite consegna fisica del bene renderebbe il manipolatore proprietario di un asset inflazionato, liquidabile solo al prezzo che ne rispecchia il valore fondamentale.
3. Il prezzo di un bene è più facile da manipolare se viene fissato tramite un'asta d'apertura, in quanto risulta poco (o per niente) costoso influenzare tale valore inserendo ordini di vendita o di acquisto aggressivi.

Griffin e Shams (2017) evidenziano come siano effettivamente manipolabili i derivati aventi come sottostanti il valore del VIX.

I futures sul VIX scadono il terzo o il quarto venerdì di ogni mese ed il loro valore è calcolato utilizzando la formula già descritta nel capitolo 1:

$$\sigma^2 = \frac{2}{T} \sum_i \frac{\Delta K_i}{K_i^2} e^{RT} Q(K_i) - \frac{1}{T} \left[\frac{F}{K_0} - 1 \right]^2$$

con l'unica differenza che per il calcolo del valore di liquidazione vengono computate solo le opzioni sullo SPX con vita residua esattamente pari a 30 giorni. È importante ricordare che solo le opzioni out of the money sono incluse nel calcolo e che sono escluse le "zero-bid options", ovvero le opzioni per le quali non esiste alcun prezzo di vendita offerto.

Anderson, Bondarenko e Gonzalez-Perez (2015) mostrano che fluttuazioni delle SPX options possono generare variazioni non necessarie del valore del VIX.

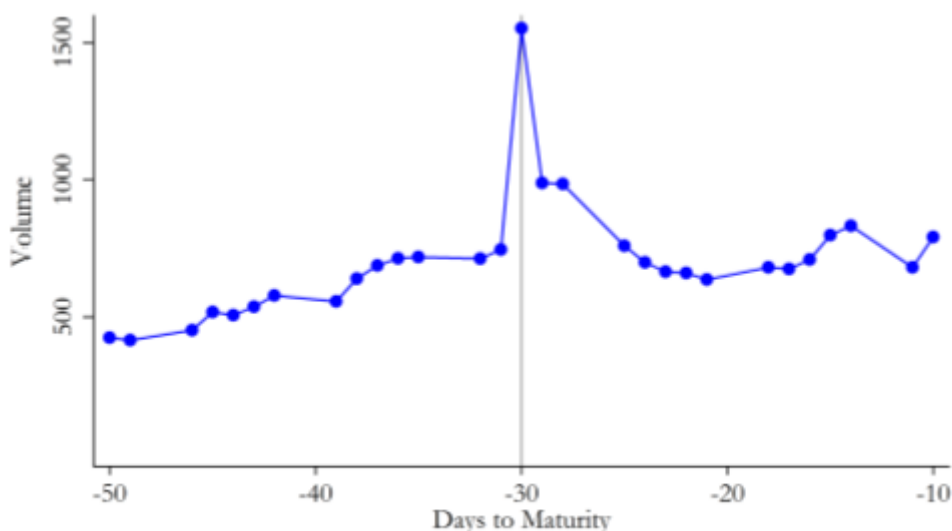
Griffin e Shams (2017) analizzano il mercato dei VIX futures poiché presenta le tre caratteristiche che secondo Spatt rendono un mercato facilmente manipolabile. Infatti, questo mercato è ampiamente liquido, mentre le SPX options sottostanti ai VIX futures sono per la maggior parte illiquide. In secondo luogo, tali contratti sono regolati a scadenza tramite cash settlement. In terzo luogo, il valore di liquidazione è calcolato durante la fase di pre-asta delle SPX Options, durante la quale l'inserimento di ordini molto grandi può modificare il prezzo di aggiudicazione delle opzioni, influenzando di conseguenza il valore di liquidazione.

Un trader per manipolare i VIX futures dovrebbe:

- 1) aprire una posizione lunga sull'indice prima della scadenza,
- 2) inserire ordini d'acquisto aggressivi sulle SPX options durante la fase di pre-asta per farne incrementare il prezzo d'aggiudicazione,
- 3) ricevere alla scadenza il prezzo più alto dei futures dovuto alla manipolazione.

Ovviamente questa è una strategia per deviare il prezzo dell'indice verso l'alto; potrebbe essere applicata una strategia opposta per muovere il prezzo verso il basso.

Grafico 1



Fonte: Griffin e Shams (2017)

Il grafico 1 mostra come variano i volumi di scambio delle opzioni sullo S&P500 in relazione alla loro vita residua. Una prima evidenza che supporta l'esistenza di manipolazioni dell'indice è fornita dal brusco aumento dei volumi delle SPX options esattamente 30 giorni prima della scadenza, che è il momento in cui le opzioni sono computate nel calcolo del valore di liquidazione del VIX.

È possibile confermare questi risultati attraverso la seguente regressione:

$$\text{Volume}_{it} = \beta_0 + \beta_1 \text{SettlementDay}_t + \beta_2 \text{OTM}_{it} + \beta_3 \text{SettlementDay}_t * \text{OTM}_{it} + \alpha_t + \epsilon_{it}$$

Fonte: Griffin e Shams (2017)

Dove β_0 è una costante, SettlementDay_t è una variabile dummy che assume valore 1 nei giorni in cui scadono i futures, 0 in tutti gli altri giorni. OTM_{it} è un'altra variabile dummy che assume valore 1 se l'opzione i al momento della scadenza è out of the money, 0 altrimenti. Infine, α_t rappresenta l'effetto scadenza sulle opzioni.

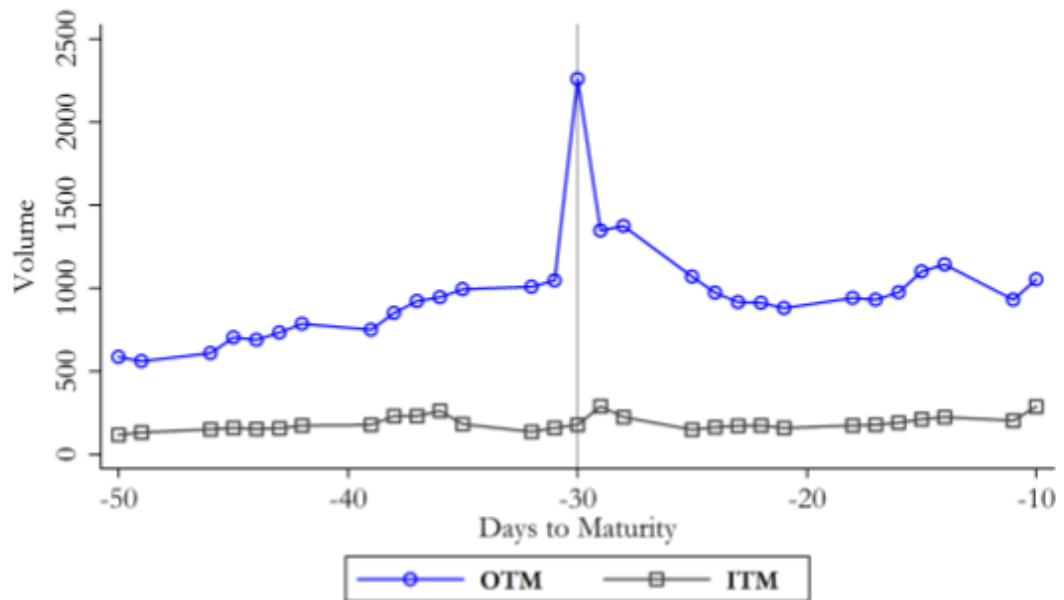
La tabella 1 riporta i risultati della regressione ed evidenzia che il volume aumenta esclusivamente nelle opzioni OTM. L'incremento è statisticamente rilevante in quanto è caratterizzato da una t-statistic di 11.86.

Tabella¹⁰ 1

| | Volume | Volume |
|----------------------|----------------------|----------------------|
| Settlement Day | 57.02 (1.06) | 54.07 (0.99) |
| OTM | 1011.3*** (15.47) | 1067.3*** (16.55) |
| Settlement Day × OTM | 1176.2*** (11.86) | 1177.9*** (11.63) |
| Constant | 509.0*** (10.24) | 1580.9*** (28.61) |
| ExDate FE | No | Yes |
| Observations | 55,542 | 55,542 |
| Adjusted R^2 | 0.027 | 0.043 |

Fonte: Griffin e Shams (2017)

Grafico 2



Fonte: Griffin e Shams (2017)

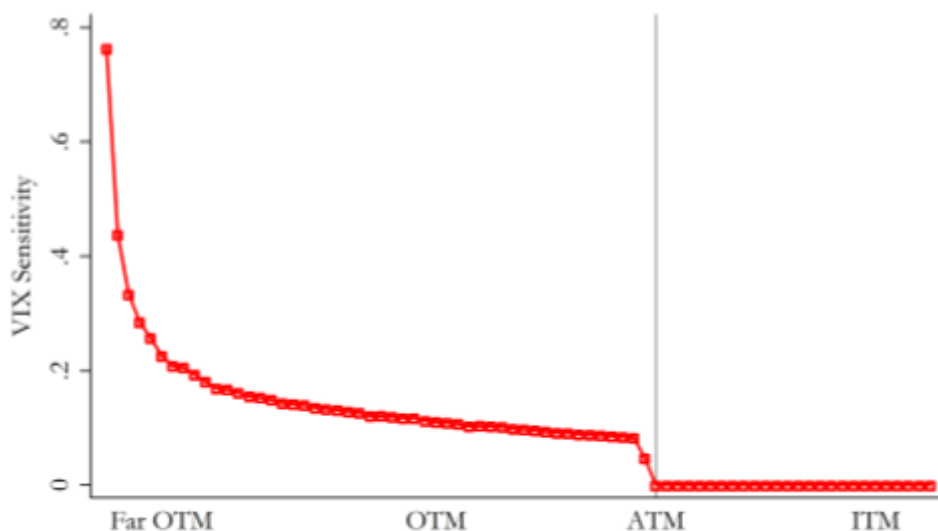
¹⁰ Tra parentesi vi è il valore della *t statistic*. *** $p < 0.001$

Una seconda evidenza è fornita dal *grafico 2*, il quale mette in relazione i volumi di scambio delle opzioni out of the money (OTM) e in the money (ITM). Risulta nuovamente chiaro come tale incremento si manifesti solo nei volumi delle OTM.

Per esaminare la possibilità che ci siano altri motivi per cui i volumi di scambio aumentino, è possibile paragonare i volumi delle options su SPX con quelli sui sottostanti SPY ed OEX. Ricordiamo che gli indici SPX e OEX hanno un andamento molto simile. L' OEX ha un indice di volatilità (VXO) che presenta lo stesso andamento del VIX. Tuttavia, non essendoci derivati scambiabili per il VXO, non ci sono incentivi a manipolarne il valore. Lo SPY ETF replica l'andamento dello S&P500 ma non ha un proprio indice di volatilità. L'evidenza mostra che i volumi aumentano solo sulle SPX options, ovvero le uniche che influenzano i derivati di un indice di volatilità, e non anche su quelle dello S&P100 e SPY ETF, supportando ulteriormente l'ipotesi manipolazione.

Osservando la formula con la quale viene calcolato il valore dell'indice, risulta chiara la relazione inversa che esiste tra l'indice e tra $(k_i)^2$, ovvero lo strike price dell'opzione.

Grafico 3



Fonte:

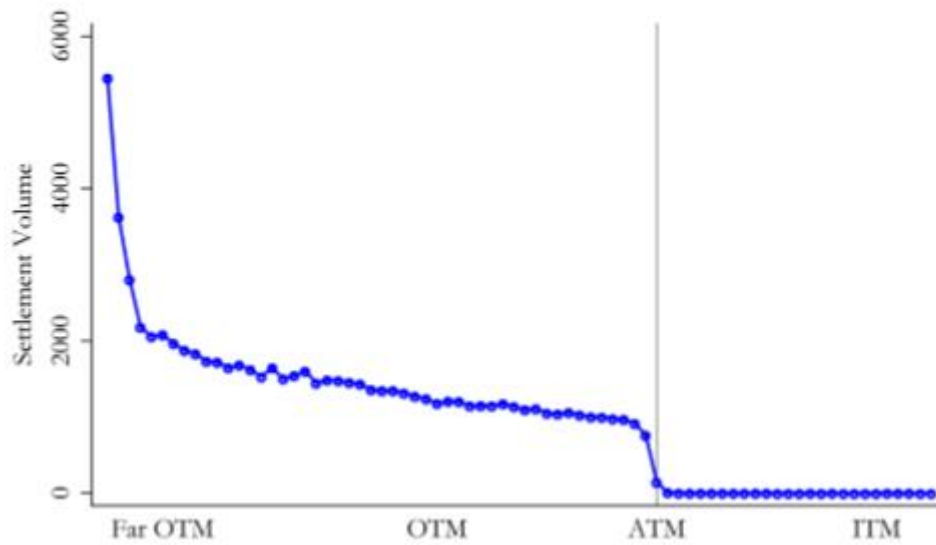
Griffin e Shams (2017)

Il grafico 3 mostra come varia l'indice VIX ad una variazione di 5 centesimi di dollaro delle Put SPX Options: è evidente come al ridursi dello strike price aumenti esponenzialmente la sensibilità dell'indice.

È logico aspettarsi che un trader che intenda manipolare il VIX concentri i suoi investimenti sulle put con strike price più basso, ovvero maggiormente out of the money.

Il *grafico 4* conferma tale previsione mostrando come i volumi siano particolarmente maggiori per le put più OTM, e quasi insignificanti per le put ITM.

Grafico 4



Fonte: Griffin e Shams (2017)

Attraverso una regressione OLS è possibile verificare che i volumi delle opzioni che pesino di più nel calcolo del VIX aumentino significativamente solo nel momento in cui viene calcolato il valore di liquidazione dei VIX futures.

$$\text{Volume}_{it} = \beta_0 + \beta_1 \text{VIXSensitivity}_{it} + \alpha_t + \epsilon_{it}$$

Dove la $\text{VIXSensitivity}_{it}$ è definita calcolando la variazione del VIX dovuta ad una variazione di 5 centesimi del prezzo dell'opzione con strike i al tempo t .

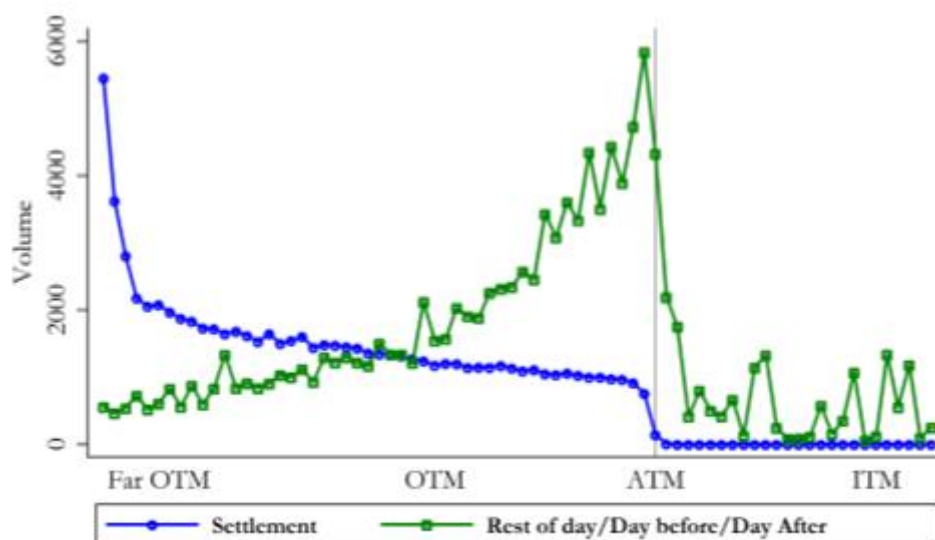
La *tabella 2* mostra i risultati della regressione, i quali risultano statisticamente significativi e confermano che i volumi aumentano particolarmente per le opzioni più rilevanti nel calcolo del valore di liquidazione, e che tali aumenti sono confinati solo alla data di liquidazione.

Tabella 2

| | At Settlement | | At Other Times | | |
|-----------------|---------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
| | Settle Vol. | Settle Vol. | Day Before | Rest of the Day | Day After |
| VIX Sensitivity | 5407.3*** (3.50) | 5577.5*** (3.60) | -1427.9*** (-4.08) | -1147.1** (-2.80) | -1507.2** (-3.40) |
| Constant | 690.6*** (3.80) | 1014.4*** (6.09) | 2057.8*** (54.74) | 3759.4*** (85.46) | 5142.6*** (108.03) |
| Date FE | No | Yes | Yes | Yes | Yes |
| Observations | 11,788 | 11,788 | 11,787 | 11,787 | 11,787 |
| Adjusted R^2 | 0.324 | 0.511 | 0.028 | 0.029 | 0.022 |

Fonte: Griffin e Shams (2017)

Grafico 5



Fonte: Griffin e Shams (2017)

Il grafico 5 evidenzia ulteriormente come i volumi delle put maggiormente OTM siano elevati solo durante il periodo di definizione del valore di liquidazione dei VIX futures. Durante gli altri giorni non si verifica tale anomalia.

Il valore dell'indice dipende anche da ΔK , ovvero dalla distanza media tra lo strike price dell'opzione i e gli strike price delle opzioni immediatamente sopra e sotto l'opzione i . Molte opzioni sono separate solo da 5 punti indice dalle opzioni adiacenti. Chiamiamo n la put OTM che ha come strike 2725, se gli strike adiacenti sono 2730 (dell'opzione o) e 2720 (dell'opzione m), $\Delta K_i = (2730-2720)/2 = 5$. Se

l'opzione l ha strike price 2705, e questo è il primo strike price al di sotto di quello dell'opzione m , $\Delta K_m = (2725-2705)/2 = 10$. Dunque, l'opzione m , avrà circa il doppio del peso di n nel calcolo del valore del VIX. Le evidenze empiriche mostrano che i volumi aumentano maggiormente per le opzioni caratterizzate da un elevato ΔK .

È interessante analizzare perché le deviazioni del prezzo delle SPX options non incentivino potenziali operazioni di arbitraggio.

Supponiamo che il valore reale di una put OTM sia 0.15\$. Se un trader riuscisse a far salire il prezzo a 0.25\$, un arbitraggista potrebbe vendere allo scoperto l'opzione a 0.25\$ e ricomprarla a 0.15\$. Tuttavia, le opzioni OTM sono altamente illiquide, e sono quindi caratterizzate da un elevatissimo bid-ask spread. Riprendendo l'esempio utilizzato prima, nel caso in cui il bid price fosse di 0.05\$ e l'ask price di 0.25\$, l'arbitraggista non potrebbe compiere l'operazione perché dovrebbe riacquistare l'opzione a 0.25\$.

Il CBOE riporta il valore del VIX calcolato attraverso i prezzi bid delle SPX options (VIXB) e con i prezzi ask (VIXA).

Tabella 3

| Variable | Mean | Std. Dev. | P10 | P50 | P90 |
|-------------------|------|-----------|------|------|-------|
| Spread | 1.55 | 1.289 | 0.46 | 1.08 | 3.73 |
| Percentage Spread | 6.80 | 3.54 | 3.07 | 6.05 | 12.47 |

Fonte: Griffin e Shams (2017)

La *tabella 3* riporta lo spread tra il VIXB e il VIXA osservato da gennaio 2008 a luglio 2015. Si evidenzia che il valore medio è di 1.55 punti indice, dunque un manipolatore può far muovere il valore dell'indice all'interno di questo intervallo perché alle sue operazioni non si contrapporrebbero quelle degli arbitraggisti.

L'insieme di tutte le evidenze fornite supporta validamente l'ipotesi che i VIX futures siano soggetti ad operazioni di manipolazione.

3.2 - Le variazioni ribassiste su base speculativa

Negli ultimi anni sembra che gli investitori si stiano mostrando fin troppo fiduciosi nei confronti della crescita del mercato azionario americano, spinti da un'emozione che Shiller (2000) definisce "euforia irrazionale".

Nel 2017 lo S&P500 crebbe a livelli record. Questa crescita fu alimentata da numerosi hedge fund che aprivano posizioni corte sull'indice VIX, segnalando agli investitori la forte fiducia che riponevano nella crescita del mercato.

Il 5 Febbraio 2018 ci fu un flash crash dello S&P500: i timori sull'inflazione ed il calo dei rendimenti dei Treasury Bill a 10 anni avevano fatto scattare un allarme sul mercato facendo salire la volatilità; questo aumento è stato amplificato dall'azione congiunta di algoritmi che, attivando numerosi ordini di vendita, hanno causato il forte incremento del VIX che arrivò a toccare quota 50.

Il *grafico 1* mostra il brusco crollo dello XIV, l'ETN creato da Credit Suisse per investire short sul VIX. Il 5 Febbraio 2018 perse il 96% del suo valore ed il 21 Febbraio 2018 venne liquidato definitivamente.

Grafico 1



Fonte: Bloomberg

Dopo un fenomeno del genere ci si aspetterebbe che gli investitori evitassero operazioni che potrebbero potenzialmente causare un altro flash crash. La realtà dimostra invece che probabilmente gli investitori tendono a dimenticare il passato e a ripetere irrazionalmente gli stessi errori.

Il mercato americano ha seguito un trend negativo da ottobre a dicembre 2018 per via dell'aumento dei tassi d'interesse sui T-Bill. Dopo aver segnato un minimo nella penultima settimana di dicembre, lo S&P500 registrò una ripresa che lo spinse fino ad un nuovo massimo storico (2945 punti indice). Durante questo nuovo rally di mercato, gli hedge fund tornarono a scommettere contro l'indice della volatilità a livelli mai visti nei precedenti 15 anni.

Il *grafico 1* rappresenta le posizioni nette corte aperte sull'indice VIX osservate il 23 Aprile 2019: è evidente come queste abbiano addirittura superato il livello raggiunto a febbraio 2018, ammontando a ben 178,000 contratti futures.



Fonte: Bloomberg

Durante maggio 2019 lo scenario è cambiato bruscamente: Donald Trump, il presidente degli Stati Uniti, aumentando i dazi sulle importazioni cinesi, ha creato i presupposti per una guerra commerciale, innescando di conseguenza una forte paura nel mercato. Il VIX aumentò del 53% in soli tre giorni e le posizioni nette corte diminuirono del 40%, ammontando il 31 maggio 2019 a 106,000 contratti.

Conclusioni

Nell'elaborato emerge che l'indice VIX deriva il suo valore dai prezzi delle opzioni out of the money sullo S&P500. È rilevante la relazione inversa esistente tra il VIX e l'indice S&P500: ad una crescita del mercato dell'1%, l'indice della volatilità perde il 2,99%, mentre ad un crollo del 1% corrisponde una crescita del 4,49%. È possibile sfruttare tale relazione per diversificare un portafoglio indicizzato con lo S&P500 aprendo una posizione lunga sui VIX futures quando il mercato è in rapida crescita, coprendosi dal rischio di un brusco ribasso: le evidenze empiriche mostrano che tale diversificazione massimizzi lo Sharpe ratio del portafoglio.

L'analisi del trend storico del VIX mostra come l'indice si muova bruscamente verso l'alto a seguito di un crollo del mercato, per poi assestarsi lentamente al di sotto della media mobile di lungo periodo. Inoltre, è evidente come ogni anno siano diversi i valori dell'indice considerati "normali": ad esempio nel 2008 (anno della crisi) l'indice chiuse il 90% delle volte in un valore compreso tra 18,61 e 68,16, mentre nel 2017 (anno di crescita stabile del mercato) tra 9,54 e 14,36.

Nell'analisi delle anomalie dell'indice sono risultate particolarmente rilevanti il "Christmas effect" e il "Day of the week effect". Il primo mostra come il VIX tenda a diminuire nei giorni antecedenti il Natale, poiché i trader partendo per le vacanze riducono gli scambi e di conseguenza anche la volatilità. Il secondo evidenzia che l'indice segue un andamento a "U" lungo l'arco della settimana: cresce il lunedì subito dopo l'apertura dei mercati, decresce il martedì ed il mercoledì, torna a crescere il giovedì e rimane tendenzialmente stabile il venerdì.

Dalla ricerca di Griffin e Shams (2017) emerge come il mercato dei VIX futures sia manipolabile essendo tali contratti regolati a scadenza tramite cash-settlement e dipendenti dai prezzi delle opzioni OTM altamente illiquide. Un manipolatore ha la possibilità di muovere i prezzi delle SPX options immettendo ordini aggressivi e di beneficiare di tale variazione su una posizione aperta sui VIX futures. Tale deviazione di prezzo è permessa dall'elevato bid-ask spread che caratterizza le SPX options OTM, che rende non profittevoli le operazioni di arbitraggio che riporterebbero i prezzi al loro valore reale. Le evidenze mostrano come i volumi di scambio aumentino solo per le opzioni aventi un peso rilevante nel calcolo del valore del VIX.

Infine, si è evidenziato come attualmente molti hedge fund stiano scommettendo contro l'indice di volatilità, mostrandosi troppo fiduciosi nei confronti della crescita del mercato, rischiando così di incorrere in grosse perdite a seguito di un eventuale flash crash della borsa.

Bibliografia

- Andersen, Bondarenko T. G., & Gonzalez-Perez, M. T. (2015). Exploring return dynamics via corridor implied volatility. *The Review of Financial Studies*, 28(10), 2902-2945.
- Arnold T, Earl J. H. (2007). Calculating the VIX in Excel.
- Berkowitz, J. P., & DeLisle, R. J. (2018). Volatility as an asset class: Holding VIX in a portfolio. *The Journal of Alternative Investments*, 21(2), 52-64.
- Black, F. (1976). Studies of stock price volatility changes.
- Black, F., & Scholes, M. (1973). The pricing of options and corporate liabilities. *Journal of political economy*, 81(3), 637-654.
- Brealey R. (2015). Principi di finanza aziendale. McGraw-Hill Education; 7° edizione
- Chicago Board Options Exchange (2003). VIX: CBOE volatility index
- Daigler, R. T., & Rossi, L. (2006). A portfolio of stocks and volatility. *The Journal of Investing*, 15(2), 99-106.
- DeLisle, J., Doran, J. S., & Krieger, K. (2010). Volatility as an asset class: Holding VIX in a portfolio. *Unpublished manuscript*.
- DeLisle, R. J., J. S. Doran, and D. R. Peterson. 2011. "Asymmetric Pricing of Implied Systematic Volatility in the Cross Section of Expected Returns." *Journal of Futures Markets* 31 (1): 34–54
- Dennis, P., Mayhew, S., & Stivers, C. (2006). Stock returns, implied volatility innovations, and the asymmetric volatility phenomenon. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 41(2), 381-406.
- Feldman, T., & Jung, A. (2017). VIX Christmas effect. *The Journal of Alternative Investments*, 20(2), 65-75.
- Fernandez-Perez, A., Frijns, B., & Tourani-Rad, A. (2017). When no news is good news—The decrease in investor fear after the FOMC announcement. *Journal of Empirical Finance*, 41, 187-199.

Franceschi A. (2018). Borse, ecco perché i mercati sono tornati sull'ottovolante. *Il Sole 24 ore*.

Frijns, B., Tourani-Rad, A., & Webb, R. I. (2016). On the intraday relation between the VIX and its futures. *Journal of Futures Markets*, 36(9), 870-886.

Giot, P. (2005). Relationships between implied volatility indices and stock index returns. *Journal of Portfolio Management*, 31(3), 92-100.

Gonzalez-Perez, M. T., & Guerrero, D. E. (2013). Day-of-the-week effect on the VIX. A parsimonious representation. *The North American Journal of Economics and Finance*, 25, 243-260.

Griffin, J. M., & Shams, A. (2017). Manipulation in the VIX? The Review of Financial Studies, 31(4), 1377-1417.

Kumar, P., & Seppi, D. J. (1992). Futures manipulation with "cash settlement". *The Journal of Finance*, 47(4), 1485-1502.

Lops V. (2018). 2018 anno nero per la finanza: in rosso bond, azioni, oro e petrolio. *Il Sole 24 ore*.

Nadotti L., Porzio C. (2017). Economia dei mercati e degli intermediari finanziari. McGraw-Hill Education; 3° edizione

Ponczek S. (2019). Hedge Funds Are Shorting the VIX at a Rate Never Seen Before. *Bloomberg*

Rennison J. (2019). Hedge funds pile into bets on continued calm. *Financial Times*

Shaikh, I., & Padhi, P. (2014). The forecasting performance of implied volatility index: evidence from India VIX. *Economic Change and Restructuring*, 47(4), 251-274.

Shiller R. (2000). Euforia irrazionale. Alti e bassi di borsa. Ed. Il Mulino

Spatt, C. (2014). Security market manipulation. *Annu. Rev. Financ. Econ.*, 6(1), 405-418.

Szado, E. (2009). "VIX Futures and Options: A Case Study of Portfolio Diversification during the 2008 Financial Crisis." *The Journal of Alternative Investments* 12 (2): 66–85.

Wells P. (2019). Volatility hits highest since January as stock sell-off deepens. *Financial Times*.

Whaley, R. E. (2009). Understanding the VIX. *The Journal of Portfolio Management*, 35(3), 98-105.

Wigglesworth, R. (2019). Markets have been becalmed too long, say veteran storm-chasers. *Financial Times*

Wigglesworth, R. (2019). Volatility specialists face year of rewards and reckoning. *Financial Times*