



Università
Ca' Foscari
Venezia

Corso di Laurea
magistrale
in Economia e Finanza

Tesi di Laurea

Stablecoin:
percezione, elusione
e modellizzazione della
volatilità

Relatrice

Ch.ma Prof.ssa Lorian Pelizzon

Laureando

Simone Rasera

Matricola: 858271

Anno Accademico

2020-2021

Indice

Indice	I
Indice delle figure	V
Indice delle tabelle	VI
Introduzione	IX

Capitolo I - L'ascesa della *Stablecoin*

1.1 Panoramica	1
1.2 Definizione di <i>Stablecoin</i>	2
1.3 Il contesto infrastrutturale delle <i>Stablecoin</i>	4
1.3.1 <i>Distributed ledger technology</i>	5
1.3.2 <i>Smart contracts</i>	6
1.4 Adozione e recenti Sviluppi	6
1.5 L'utente finale e il bisogno di stabilità	11
1.5.1 <i>La fiducia nei sistemi monetari</i>	12
1.6 L'orizzonte immediato e il lungo termine	13
1.7 Potenziali implicazioni economiche nei Paesi emergenti	16

Capitolo II - Caratterizzazione delle *Stablecoin*

2.1 <i>Classificazione delle Stablecoin</i>	19
2.2 <i>Il meccanismo di stabilità</i>	20
2.2.1 <i>Off-chain collateralised stablecoin</i>	23
2.2.2 <i>Tokenised funds</i>	23
2.2.3 <i>On-chain collateralised stablecoins</i>	24
2.2.4 <i>Algorithmic stablecoin</i>	25
2.3 Ulteriori considerazioni: i prestiti a leva	28
2.3.1 <i>Altri meccanismi di stabilità</i>	29
2.4 Il processo di emissione	30

2.5 Il modello di <i>business</i> delle <i>stablecoin</i>	33
2.5.1 <i>La struttura dei ricavi</i>	34
2.5.2 <i>La struttura dei costi</i>	37
Capitolo III - La valutazione dei rischi	
3.1 Principali vulnerabilità	39
3.1.1 <i>Antiriciclaggio e Finanziamento al terrorismo (AML/CFT)</i>	42
3.2 Decentralizzazione, trasparenza e manipolazione di mercato	43
3.3 Potenziali Manipolazioni della Governance	46
3.3.1 <i>Conflitto di interesse e manipolazione dei dati</i>	49
3.4 Attacchi speculativi a leva finanziaria	51
3.5 Il <i>MEV</i> e il ruolo dell'arbitraggio	55
Capitolo IV - L'implementazione dei pagamenti digitali	
4.1 Il cambiamento nel sistema dei pagamenti	59
4.2 La risposta delle Banche Centrali	60
4.3 Il potenziale impatto sul sistema bancario	62
Capitolo V - Il contesto dell'analisi empirica	
5.1 Introduzione <i>stablecoin</i> oggetto d'indagine	67
5.1.1 <i>Tether (USDT)</i>	67
5.1.2 <i>USD Coin (USDC)</i>	69
5.1.3 <i>True USD (TUSD)</i>	70
5.1.4 <i>Dai (DAI)</i>	72
5.1.5 <i>Paxos Standard (PAX)</i>	74

Capitolo VI - Analisi econometrica della volatilità

6.1	La ricerca	77
6.2	La volatilità	78
6.2.1	<i>La persistenza della volatilità</i>	79
6.2.3	<i>Le distribuzioni</i>	79
6.3	<i>Safe Haven Asset</i>	80
6.4	Metodologia	82
6.4.1	<i>Il campione di riferimento</i>	82
6.4.2	<i>Test di normalità</i>	83
6.4.3	<i>Test di radice unitaria</i>	84
6.4.4	<i>Ljung-Box Test</i>	84
6.4.5	<i>Arch Test</i>	85
6.5	Modello DCC-GARCH	85
6.5.1	<i>Modello ARMA-GARCH</i>	86
6.5.2	<i>Selezione del modello GARCH</i>	87
6.5.3	<i>Validazione dei modelli</i>	88
6.5.4	<i>Stima parametri DCC</i>	89
6.6	Regressione con variabili Dummy	90
6.7	Risultati	91
6.7.1	<i>Dati e analisi preliminare</i>	91
6.7.2	<i>Scelta dei modelli ARMA-GARCH</i>	95
6.7.3	<i>Risultati dei modelli ARMA-GARCH</i>	96
6.7.4	<i>Analisi diagnostica dei modelli GARCH</i>	99
6.7.5	<i>La struttura della correlazione</i>	102
6.7.6	<i>Studio delle Correlazioni condizionali</i>	105
6.8	Risultati stime regressioni	111
6.9	Discussione dei risultati	116
6.9.1	<i>Contributi teorici</i>	118
6.9.2	<i>Limitazioni e ricerche future</i>	119
	Conclusioni	123
	Bibliografia	127
	Sitografia	143

Appendice A

145

Appendice B – Codici R

151

Indice delle figure

Figura 1 Market Cap maggiori Stablecoin (daily data)	10
Figura 2 Distribuzione percentuale Market Cap	10
Figura 3 Volatilità a 30 giorni tra Bitcoin (BTC) e Tether (USDT)	12
Figura 4 Volume BTC e USDT con rolling window 14 giorni	14
Figura 5 Emissione riscatto dei Tokenised Funds	32
Figura 6 Confronto prezzi di chiusura BTC e USDT nel periodo 01-01-2017 / 31-12-2018	45
Figura 7 Prezzo di chiusura \$ MKR	49
Figura 8 Prezzo e standard deviation DAI	53
Figura 9 Price Chart DAI 24h	53
Figura 10 Gas Price in GWEI	54
Figura 11: La crescita esponenziale dei profitti derivanti da MEV	56
Figura 12 Prezzo di chiusura Tether [USDT] dal suo rilascio ufficiale.	68
Figura 13 Market Cap Tether [USDT] nelle blockchain di riferimento	68
Figura 14 Prezzo di chiusura USD Coin [USDC] dal suo rilascio ufficiale.	70
Figura 15 Market cap USDC	70
Figura 16 Prezzo di chiusura True USD [TUSD]	71
Figura 17 Market Cap True USD [TUSD]	72
Figura 18 Prezzo di chiusura DAI	73
Figura 19 Market cap DAI	73
Figura 20 Prezzo di chiusura Paxos Standard [PAX]	75
Figura 21 Market cap PAX	75
Figura 22 Densità empirica delle serie dei rendimenti.	93
Figura 23 Rendimenti logaritmici e rendimenti logaritmici al quadrato delle serie	94
Figura 24 Rendimenti logaritmici e rendimenti logaritmici al quadrato delle serie	95
Figura 25 ACF e PACF rendimenti logaritmici al quadrato;	145
Figura 26 QQ Plot residui standard-deviation	147

Indice delle tabelle

Tabella 1	Principali caratteristiche delle tipologie di Stablecoin	22
Tabella 2	Analisi descrittiva delle variabili oggetto dell'indagine;	92
Tabella 3	Analisi effetti volatilità tramite ARCH LM Test e Ljung-Box Test rendimenti log;	93
Tabella 4	Stime AIC / BIC dei modelli ARMA(p,q)-GARCH(1,1)	96
Tabella 5	Risultati stime modelli ARMA(p,q)-GARCH(1,1);	98
Tabella 6	ARCH LM Test;	100
Tabella 7	Ljung-Box Test Residui standardizzati e Residui standardizzati al quadrato;	101
Tabella 8	Correlazioni incondizionali rendimenti logaritmici	103
Tabella 9	Correlazioni incondizionali USDT e Indici	104
Tabella 10	Risultati parametri DCC	105
Tabella 11	Correlazioni condizionali dinamiche modelli DCC-GARCH stablecoin-BTC;	107
Tabella 12	Correlazioni condizionali dinamiche modelli DCC-GARCH stablecoin-ETH;	108
Tabella 13	Correlazioni condizionali tra Stablecoin;	109
Tabella 14	Correlazioni condizionali dinamiche del modello DCC tra USDT e indici;	111
Tabella 15	Regressioni Stablecoin e BTC	113
Tabella 16	Regressioni Stablecoin ed ETH	114
Tabella 17	Regressioni USDT e Indici	115
Tabella 18	Stima estesa modelli ARMA(p,q)-GARCH(1,1)	148

Introduzione

Le *stablecoin* sono attività digitali concepite per minimizzare le fluttuazioni del loro valore rispetto ad un *asset* stabile e la cui logica, alla base della loro introduzione, è abbastanza solida: saper contenere la volatilità e prefigurarsi come mezzo alternativo di pagamento a fronte di una riserva di valore stabile. L'aspettativa di fungere da mezzo semplicistico, stabile e sicuro nelle transazioni per gli investitori interessati al mondo *blockchain*, ma diffidenti nei confronti dell'elevata volatilità, ne ha rafforzato le proprietà d'uso nel corso del 2020 come attività complementari, più che competitive, rispetto alle criptovalute tradizionali.

Questo elaborato mira a fornire un contesto storico sull'origine delle *stablecoin*, descrivendo quali fattori chiave hanno guidato la loro adozione. Inoltre, vengono esaminate le categorie esistenti vagliandone il potenziale, filtrandolo attraverso le considerazioni normative e riassumendone brevemente i fattori chiave che guidano lo sviluppo futuro. Si discutono i diversi casi d'uso delle *stablecoin*, fornendo una panoramica della maggior parte dei rischi associati a questi progetti concepiti per contenere la volatilità rispetto alle tradizionali criptovalute; infine, l'analisi empirica è volta a individuarne i rischi quantitativi delle *stablecoin* nel mercato delle criptovalute e nel mercato tradizionale.

L'elaborato viene diviso in tre sezioni:

Nella prima sezione, comprendente il Capitolo I e il Capitolo II, si cerca di definire il fenomeno, ponendolo nel contesto infrastrutturale in cui si collocano queste iniziative, introducendone i casi d'uso, le potenzialità e gli sviluppi futuri. Nel corso del Capitolo II si presentano le tipologie delle *stablecoin*, nonché i meccanismi di stabilità alla base della loro progettazione e del processo di emissione. Inoltre, si individua il *business model* che contribuisce alla struttura dei ricavi e dei costi.

Nella seconda sezione, comprendente il Capitolo III e il Capitolo IV, iniziando necessariamente dall'analisi delle fragilità di queste criptovalute, si cercano di mappare i rischi associati a questi progetti, presentandone da un punto di vista critico le principali

vulnerabilità. Passando poi attraverso il ruolo delle *stablecoin* nei sistemi di pagamento, si cerca di delinearne brevemente la risposta delle banche centrali e il potenziale impatto sul sistema bancario.

L'ultima sezione, comprendente il capitolo V e VI, analizza dal punto di vista empirico la stabilità delle iniziative e del contesto infrastrutturale nel periodo tra gennaio 2020 e marzo 2021. Dapprima, nel capitolo V si fornisce il quadro generale delle cinque *stablecoin* incluse nell'analisi, riportandone una sintetica descrizione preliminare e delineandone gli aspetti interessanti che ne hanno determinato la scelta. Infine, nel capitolo VI, si analizzano le interdipendenze tra il comportamento della volatilità delle *stablecoin* e altre criptovalute e *asset* tradizionali.

Lo studio della sezione empirica si sviluppa su due livelli: in primo luogo si indagano le relazioni e la persistenza tra volatilità dei seguenti *asset* studiandone il comportamento nel periodo intercorso tra gennaio 2020 e marzo 2021, tramite lo sviluppo di diversi modelli DCC-GARCH multivariati, al fine di cogliere la persistenza della volatilità e del comportamento delle correlazioni dinamiche tra i vari *asset*. Successivamente, attraverso lo studio delle correlazioni dinamiche estratte dai modelli sopracitati si cercherà di cogliere le proprietà di diversificazione, copertura o bene rifugio delle *stablecoin* rispetto a criptovalute e indici tradizionali.

Capitolo I

L'ascesa delle *Stablecoin*

1.1 Panoramica

L'attuale fase di innovazione pone l'economia mondiale di fronte alla necessità di costruire relazioni finanziarie poggiate su principi di trasparenza, efficacia e affidabilità. La digitalizzazione di prodotti e servizi ha aumentato l'efficienza, abbassato le barriere all'ingresso e ridotto i costi nella maggior parte dei settori. Grazie a questa connettività più persone hanno avuto accesso al sistema finanziario, ma, nonostante ciò, ci sono ancora molti limiti legati all'influenza dei costi e all'affidabilità dell'invio del denaro.

La crescita della percezione delle criptovalute, in parte dovuta alla loro popolarità, ne amplifica il ruolo di *driver* nella digitalizzazione del sistema finanziario e ne evidenzia l'elasticità di utilizzo in contesti variabili¹. Il 2020, rappresenta indubbiamente uno spartiacque all'adozione degli *asset* digitali come alternativa complementare ai sistemi finanziari tradizionali.

Determinati fattori possono essere attribuiti all'emergere del mercato delle criptovalute - in contrasto con valute legali e *commodities* - e alla fase relativamente embrionale del loro sviluppo nell'architettura *blockchain*²; criptovalute che, nonostante gli innegabili vantaggi tecnologici, risultano limitatamente attraenti ai grandi investitori a causa dell'elevata volatilità, delle vulnerabilità connesse ai rischi e alla regolamentazione.

¹ I contesti variabili possono includere attività come la garanzia del diritto d'autore per contenuti digitali, registrazione di brevetti, ottimizzazione di processo come quelli di *supply chain management*.

² La tecnologia *blockchain* è essenzialmente un *database* distribuito di tutte le transazioni o eventi digitali che sono stati eseguiti e condivisi tra le parti partecipanti. Ogni transazione nel registro pubblico è verificata per consenso di una maggioranza dei partecipanti al sistema e, una volta inserite, le informazioni non possono mai essere cancellate. la *blockchain* contiene una registrazione certa e verificabile di ogni singola transazione mai effettuata.

La prima ondata di criptovalute, di cui Bitcoin è il più noto, finora non è riuscita a fornire un mezzo di pagamento affidabile o una riserva di valore. Oltre a prezzi altamente volatili, le tradizionali criptovalute presentano limiti alla scalabilità, interfacce utente complicate, nonché problemi di *governance* e regolamentazione. Sebbene i *trader* possano apprezzare le importanti oscillazioni dei prezzi delle criptovalute, soprattutto nel toccare frequentemente nuovi massimi, altri investitori e società non lo fanno.

Le *stablecoin*, si propongono agli utenti come mezzo per godere dei vantaggi della valuta virtuale riducendone parzialmente i rischi di volatilità. Questi presupposti sembrano incontrare le esigenze di un numero crescente di investitori attratti proprio da queste caratteristiche. L'offerta di questo *asset* è esplosa nel 2020. Per raggiungere una capitalizzazione di 6 miliardi di dollari ci sono voluti all'incirca 5 anni, mentre ci sono voluti solo 4 mesi per raggiungere i 12 miliardi di dollari dopo il crollo dei prezzi nel mercato delle criptovalute del 12 marzo 2020. Attualmente, nel marzo 2021, la capitalizzazione ha raggiunto i 55,19 miliardi di dollari, con un volume di scambio attorno ai 100 miliardi di dollari³.

Secondo Panetta (2021), Membro del Comitato esecutivo della BCE, l'attenzione dei regolatori sull'innovazione digitale e in particolare sui metodi di pagamento si concretizza con la necessità di non soffocare il cambiamento, esaminando ciò che risulta più utile, vantaggioso e veloce in queste nuove tecnologie, rendendo questo progresso conveniente per gli utenti in generale. Dall'altro lato, bisogna assicurarsi che questi nuovi mezzi di pagamento siano sicuri - in particolare in termini di preservazione del valore del denaro investito - e che non vengano utilizzati per scopi criminali con il rischio di creare instabilità finanziaria e danneggiare la sovranità monetaria.

1.2 Definizione di *Stablecoin*

Al momento non esiste una visione comune o un'accurata definizione di cosa sia una *stablecoin*. Come suggerisce il nome, le *stablecoin* sono progettate per essere stabili rispetto ad un qualche punto di riferimento. Secondo Hassani et al. (2018) una *stablecoin* è definita come “fondamentalmente un *token* digitale che avrà una bassa

³ Dati ricavati da www.cryptoslate.com/cryptos/stablecoin/

volatilità dei prezzi grazie all'ancoraggio a una valuta fiat sottostante, agendo così come riserva di valore, mezzo di scambio e unità di conto per i pagamenti *blockchain*".

Il termine, pur non avendo una classificazione internazionale consolidata, si prefigura un fenomeno ancora in fase iniziale di sviluppo generalmente definito come un'attività digitale concepita per minimizzare fluttuazioni del suo valore rispetto a una singola valuta o a un paniere di valute (Bullmann et al., 2019).

Questi *asset* digitali, a differenza delle tradizionali criptovalute, tracciano strettamente il valore dell'*asset* o della valuta sottostante che simulano; possono essere, ad esempio, valute fiat come il dollaro (ancorate con un rapporto 1:1), oppure *commodities* (oro e petrolio) o altre criptovalute. Inoltre, c'è la possibilità che questi *token* non siano ancorati ad alcun *asset*.

La logica alla base dell'introduzione delle *stablecoin*, in questo contesto, è abbastanza solida: saper contenere la volatilità e prefigurarsi come mezzo alternativo di pagamento a fronte di una riserva di valore stabile⁴. In linea di principio, si dichiara agli utenti di proteggere il valore nominale delle loro partecipazioni, ma tali monete potrebbero non essere effettivamente stabili comportando rischi simili a quelli delle criptovalute più tradizionali.

A tal fine, nelle strutture più semplici e popolari, l'emissione della valuta digitale da parte dell'entità è subordinata alla detenzione di un portafoglio di "attività di riserva" dove immagazzinare in modo sicuro l'*asset* che sostiene le *stablecoin*; in questo modo l'attività posta a riserva funge da "garanzia" per la *stablecoin* stessa. Grazie a questo sistema, un utente può teoricamente scambiare o riscattare l'unità digitale quando desidera con un rapporto 1:1.

Queste iniziative si prefiggono di superare le attuali carenze nei pagamenti *cross-border* contribuendo alla costruzione di un nuovo ecosistema dei pagamenti non più basato su accordi di compensazione e regolamento esistenti.

⁴ Nonostante anche il prezzo dell'oro e del dollaro possano fluttuare, le variazioni giornaliere sono generalmente molto maggiori per le criptovalute che per le valute a corso legale. Di per sé, ancorare il valore della criptovaluta ad una valuta fiat o a una merce potrebbe ridurre e/o eliminare la volatilità.

In tal modo, potrebbero offrire soluzioni di pagamento e riserva di valore che contribuiscano allo sviluppo di accordi di pagamento globali più economici, efficienti ed inclusivi rispetto agli attuali.

Inoltre, la stabilità del tasso di cambio delle *stablecoin* esclude la loro attrattività agli investimenti, pur potendone ipotizzare un ruolo di copertura in determinati periodi di *stress* ma, allo stesso tempo, permette di considerarle come un potenziale mezzo di pagamento, risparmio e scambio di *asset*, nonché uno strumento di evasione da vincoli economici e sanzioni.

1.3 Il contesto infrastrutturale delle *Stablecoin*

Un prerequisito fondamentale per una sana concorrenza e innovazione nei servizi finanziari è la capacità di fare affidamento su un'infrastruttura comune per l'elaborazione delle transazioni, la gestione dei conti e la garanzia nelle relazioni interpersonali tra i servizi e le organizzazioni.

Le *stablecoin* tipicamente effettuano transazioni su “*distributed ledger technology*” (DLT) e si basano su tecniche di convalida crittografica per essere negoziate, con l'obiettivo conclamato di ottenere un valore stabile rispetto alle valute legali.

Semplificando e parlando in termini metaforici, la DLT può essere considerata come un nuovo tipo di percorso, cui tutti possono prender parte, oppure partecipato da utenti specifici. Per analogia, i diversi veicoli che percorrono questa strada sono le nuove tipologie di *asset*, come le *crypto-asset*⁵.

⁵ Un *crypto-asset* può essere definito come "un nuovo tipo di attività registrata in forma digitale e abilitata dall'uso della crittografia che non è e non rappresenta un credito finanziario o una passività di qualsiasi entità identificabile";

1.3.1 Distributed ledger technology

Un “*distributed ledger*” è un *database* di operazioni distribuito su una rete di numerosi *computer*, anziché custodito presso un nodo centrale. L’accesso a questo *database* può essere illimitato, ovvero qualsiasi membro della rete può leggere le informazioni, oppure può essere limitato ad un gruppo specifico di utenti.

A seconda dei diritti di autorizzazione, i membri possono aggiungere dati che poi vengono diffusi ad altri membri della rete. D’altra parte, consentire gli aggiornamenti solo ad entità autorizzate potrebbe essere una soluzione per proteggere la rete da attacchi *hacker* che cercano di interromperne il funzionamento.

La tipologia più comune di DLT è la “*blockchain*”, facendo riferimento al fatto che le transazioni sono raggruppate in blocchi e questi sono uniti fra loro in ordine cronologico a formare una catena. Il *ledger* memorizza effettivamente tutte le transazioni incluse nel *database*, formando un registro completo. Questa catena è protetta da complessi algoritmi matematici che hanno lo scopo di garantire l’integrità e la sicurezza dei dati.

I potenziali vantaggi per il settore finanziario sono in fase di ricerca e coinvolgono diverse banche centrali⁶. Nel conseguimento dell’obiettivo di garantire sicurezza ed efficienza nelle transazioni, il DLT ha suscitato molto interesse all’interno della comunità delle banche centrali per il suo potenziale nell’affrontare sfide di lunga data come l’inclusione finanziaria, l’efficienza del sistema dei pagamenti operativi e la resilienza informatica.

⁶ Secondo un rapporto del gennaio 2019 della Banca dei regolamenti internazionali (BRI) a Basilea, in Svizzera, almeno 40 banche centrali in tutto il mondo stanno attualmente, o lo faranno presto, ricercando e sperimentando la valuta digitale della banca centrale (CBDC). La ricerca è iniziata nel 2014 con la Banca d’Inghilterra e ora include più di 60 documenti di ricerca e più progetti pilota tecnologici su larga scala che esplorano CBDC e altre applicazioni. In sintesi, le banche centrali stanno indagando sulla DLT per almeno dieci casi d’uso distinti.

1.3.2 Smart contracts

I sistemi DLT sono dotati di una piattaforma che consente agli *Smart contract* di verificare effettivamente risorse differenti, come immobili, azioni, titoli di proprietà, senza la necessità di una terza parte che controlli il rilascio del bene, come un intermediario ad esempio. Ciò è dovuto al fatto che i nodi nel *Distributed Ledger* hanno la capacità di far rispettare un contratto eseguendo il codice e garantendo il rispetto di tutte le disposizioni.

Uno *smart contract* è un *software* comune a tutte le *stablecoin*. È definito come un protocollo informatico capace di eseguire, verificare e limitare le performance di un'azione che include quote o rappresentazioni di attività registrate in un *Distributed Ledger* (Pinna et al., 2016). Questi contratti vengono eseguiti automaticamente dai nodi della rete e possono essere utilizzati per elaborare le transazioni, consentendo agli utenti stessi di controllare e validare il funzionamento del protocollo del *computer*. È come essere in possesso di un contratto cartaceo in grado di eseguire autonomamente i termini concordati man mano che si sviluppano. Di fatto, le transazioni di dati registrati sul *Distributed Ledger* attivano lo *smart contract* trasponendo gli obblighi contrattuali imposti agli utenti e registrandole poi nel *ledger*.

Inoltre, a seconda del valore che simulano, saranno utilizzati in diverse dimensioni e con direzioni differenti⁷.

1.4 Adozione e recenti Sviluppi

L'idea iniziale di Nakamoto fu quella di disporre una versione *peer-to-peer* del contante elettronico per consentire il pagamento di una somma online da una parte all'altra senza passare attraverso un istituto finanziario (Nakamoto, 2008). Il Bitcoin, in

⁷ Gli *Smart contract* potrebbero prevedere transazioni automatiche adatte ad uno specifico evento - come l'accredito di un dividendo o il pagamento di una cedola, l'emissione e la risposta alle richieste di margine, o l'ottimizzazione dell'uso della garanzia.

questo senso, fu la prima realizzazione di questo progetto. Da allora, secondo *coinmarketcap.com* oltre 8000 progetti di criptovalute sono stati avviati e il *Market Cap* globale vale ad oggi 1.42T di dollari. Secondo Liu (2021), la crescita della spesa per le soluzioni *blockchain* è stata compromessa a causa dell'epidemia covid-19, pur rimanendo comunque piuttosto elevata: la spesa prevista per il 2020 è superiore di oltre il 50% rispetto a quella dell'anno precedente e le stime prevedono raggiungerà circa 19 miliardi di dollari USA entro il 2024; il settore finanziario rappresenta circa il 30% del valore di mercato della *blockchain* in tutto il mondo nel 2020, ma la tecnologia si è diffusa in quasi tutti i settori, dalla sanità all'agricoltura. Nonostante il forte impulso alla ricerca di nuove soluzioni, l'imprevedibilità della criptovaluta è in contrasto con i prezzi generalmente stabili del denaro fiat. I valori delle valute cambiano in modo graduale nel tempo, mentre i cambiamenti quotidiani sono spesso più drastici per le criptovalute.

Le *stablecoin* hanno spalancato le porte alla loro adozione grazie all'aspettativa di fungere da mezzo semplicistico, stabile e sicuro nelle transazioni per gli investitori interessati al mondo delle criptovalute, ma diffidenti nei confronti dell'elevata volatilità dei prezzi. Come altre criptovalute, le *stablecoin* hanno goduto di una crescente popolarità negli ultimi anni, accumulando una capitalizzazione di mercato di svariati miliardi di dollari. Dall'annuncio del progetto *Libra* supportato da *Facebook* – ora *Diem* – nel 2019, fino alle iniziative sulle valute digitali delle banche centrali, organizzazioni economiche come il G7 e la Banca centrale europea si sono interrogate sull'impatto delle *stablecoin* sull'economia globale considerando i vantaggi e i rischi legati all'adozione unificata.

Inizialmente, le *stablecoin* si sono evolute per affrontare il fallimento di Bitcoin e altre criptovalute nel fornire uno strumento monetario e di pagamento efficace (Arnet et al., 2020) e sotto questo aspetto si propongono come alternativa ai tradizionali mezzi di pagamento bancari e i portafogli elettronici. Inoltre, società come *Facebook* hanno anche rappresentato le *stablecoin* come una soluzione per promuovere l'inclusione finanziaria e affrontare le problematiche nei pagamenti *cross-border*, in particolare per i mercati in via di sviluppo: questa è infatti la proposizione centrale inizialmente avanzata nel contesto di *Libra* (Libra Association, 2019).

La *stablecoin* attualmente più scambiata - nonché il primo progetto sviluppato dal 2014 - è *Tether* (USDT). Essa stessa nasce con la dichiarazione di dotare "individui e organizzazioni un metodo robusto e decentralizzato di scambio di valore utilizzando un'unità contabile familiare" (Tether, 2016). In seguito, diversi progetti sono stati annunciati, in particolare dal 2018 con l'introduzione di *Paxos Standard* (PAX) e *Gemini Dollar* (GUSD), avviati con l'approvazione delle autorità di regolamentazione di *New York*. Secondo i dati riportati da BlockData (2019), dal 2017 sono state annunciate 119 iniziative, di cui il 70% erano al tempo in fase di sviluppo o già concluse.

Attualmente, nel marzo 2021, la quota delle *stablecoin* rappresenta il 3,30% del mercato nel settore delle criptovalute (cryptoslate.com, 2021). All'interno del mercato delle criptovalute il 61,7% è rappresentato da BTC, mentre ETH il 12 %.

Importanti aumenti di volume di scambio sono stati guidati dal rilascio del primo *Libra White Paper*, ma tuttavia, entro la metà del 2020 sono tornati sostanzialmente ai livelli precedenti raggiungendo poi nuovamente il picco nell'ultimo trimestre del 2020.

Nel dicembre 2020, Visa ha annunciato una *partnership* con *Circle*, l'azienda *blockchain* dietro USDC, una *stablecoin* ancorata al dollaro USA. La *partnership* consente ai membri della carta aziendale di *Circle* di spendere USDC ovunque sia accettata Visa. *Cuy Sheffield*, responsabile delle criptovalute di Visa, ha dichiarato:

"Le *stablecoin* come USDC rappresentano una promettente innovazione nei pagamenti e forniscono una piattaforma emergente per *fintech* e portafogli digitali per consentire nuovi flussi di pagamento".

Nel gennaio 2021, l'US *Treasury* OCC (*Office of the Controller of the Currency*) ha pubblicato nuove linee guida per le banche per utilizzare *blockchain* e *stablecoin* pubblici per funzioni bancarie. Ciò significa che le banche nazionali e le associazioni di risparmio federali possono utilizzare *blockchain* come farebbero con i trasferimenti ACH o SWIFT⁸.

⁸ ACH sta per "Automated Clearing House" e ACH network è il sistema di trasferimento elettronico dei pagamenti gestito dalla NACHA (*National Automated Clearing House Association*) che coordina i pagamenti elettronici diretti e i trasferimenti di denaro automatizzati con un tempo di elaborazione in

Altre iniziative stanno coinvolgendo anche banche commerciali come *JPMorgan* e *VersaBank*. Nel 2020 ha visto il suo primo utilizzo al fine di pagamenti commerciali la *stablecoin JPM Coin* introdotta da *JPMorgan*, soggetta alla stessa supervisione normativa delle altre operazioni della banca.

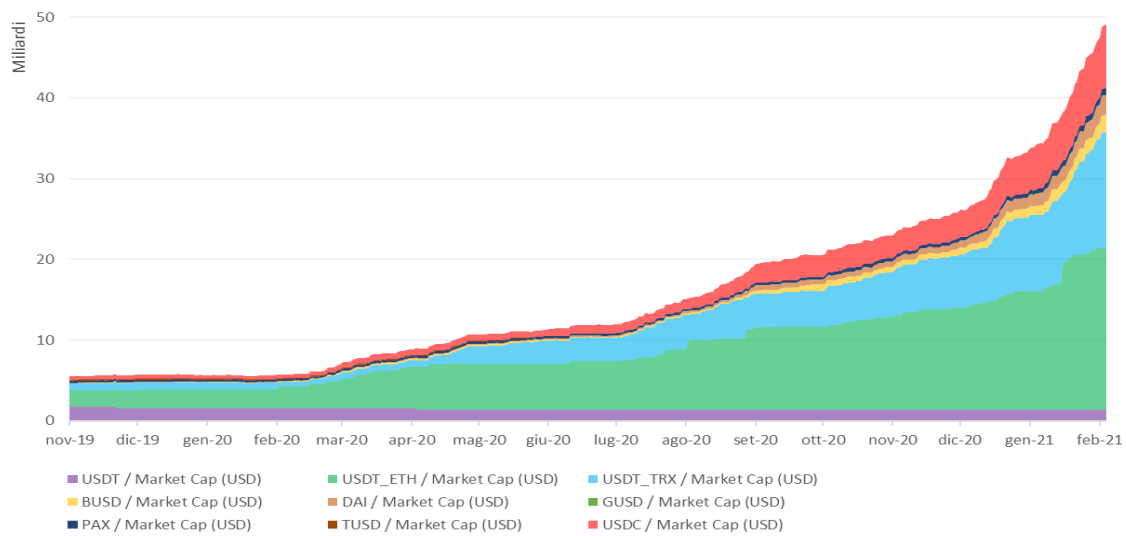
Invece, la banca canadese *VersaBank* ha annunciato il lancio di una *stablecoin*, chiamata *VCAD*. Il progetto sarà ancorato al dollaro canadese e sarà la prima valuta digitale emessa e supportata da depositi presso una banca nordamericana.

In ragione di ciò, il valore di mercato stimato delle *stablecoin* è aumentato di quasi il 300% tra gennaio e settembre 2020 (Shen, 2020), proseguendo poi con una rapida crescita esponenziale (figura 1).

Pur essendo imprevedibili i progressi e i rischi all'orizzonte, risulta innegabile un passo avanti verso l'accettazione di questo tipo di criptovaluta, nonché la concorrenza nello sviluppo di proposte innovative. *Tether*, pur avendo il vantaggio di essere stata la prima unità *stablecoin*, è passata da avere una quota di mercato tendenzialmente totale fino agli inizi del 2019, perdendo poi dal 2019 circa un 15% dalla sua nascita (Figura 2).

media di 1-2 giorni lavorativi. SWIFT sta per “*Society for Worldwide Interbank Financial Telecommunications*” ed è una rete di comunicazione che le istituzioni finanziarie utilizzano per trasmettere in modo sicuro le istruzioni attraverso un sistema standardizzato di codici.

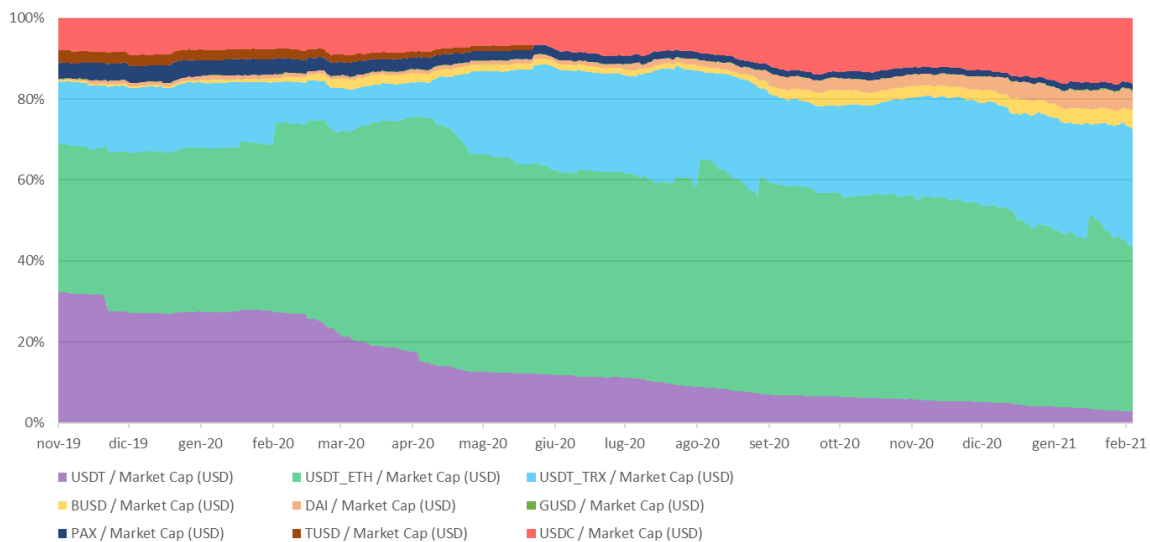
Figura 1 Market Cap maggiori *stablecoin* (daily data)



Fonte: Elaborazione personale su dati forniti da *Coin Metrics*

Note: *Tether* (USDT) è presente su diverse *blockchain*. Originariamente girava sulla *blockchain* di Bitcoin (Omni), ma poi è stato lanciato anche sulla *blockchain* di *Ethereum* (ETH), che ha il maggior peso. La seconda *blockchain* con più *Tether* in circolazione è quella di TRON (TRX).

Figura 2 Distribuzione percentuale Market Cap



Fonte: Elaborazione personale su dati forniti da *Coin Metrics*

1.5 L'utente finale e il bisogno di stabilità

La moneta ha tre funzioni chiave: riserva di valore, unità di conto e mezzo di scambio. La stabilità è una premessa chiave per queste tre funzioni (*Wang et al., 2020*) perché:

- gli investitori sono riluttanti a immagazzinare la loro ricchezza in un *asset* volatile il cui valore cambia costantemente;
- la determinazione del prezzo dei beni diventa difficile con una valuta fluttuante;
- le persone sperano in un valore equo di pagamento di beni e servizi senza variazioni di prezzo durante il processo di pagamento.

Come precedentemente affermato, il carattere preminentemente aleatorio delle criptovalute rende difficile per gli investitori ottenere rendimenti stabili o mantenerne il valore. Il Bitcoin, come prima criptovaluta, non ha ereditato la stabilità dei prezzi di una valuta legale, ma nasce come una risorsa digitale orientata a consentire pagamenti *online* direttamente da un utente all'altro senza passare per un istituto finanziario (Nakamoto, 2008). Tuttavia, il Bitcoin rappresenta per lo più un investimento speculativo al di fuori del sistema finanziario regolamentare esistente, piuttosto che un sistema di pagamento nell'infrastruttura *blockchain*. La necessità di strumenti di investimento adeguati a proteggersi dalle criptovalute tradizionali ha contribuito alla nascita e all'adozione delle *stablecoin* come strumento notevolmente diverso dalle criptovalute tradizionali sia nella progettazione che nella stessa percezione degli utenti. Il valore è il più delle volte vincolato ad un mezzo di scambio stabile, rendendole anche un *proxy* psicologicamente familiare per le Istituzioni finanziarie. Altre tipologie utilizzano a garanzia una gamma di altri tipi di *asset* non fiat, oppure – senza alcuna garanzia - tentano di sfruttare degli algoritmi per ottenere la stabilità dei prezzi che è alla base delle tre funzioni denaro.

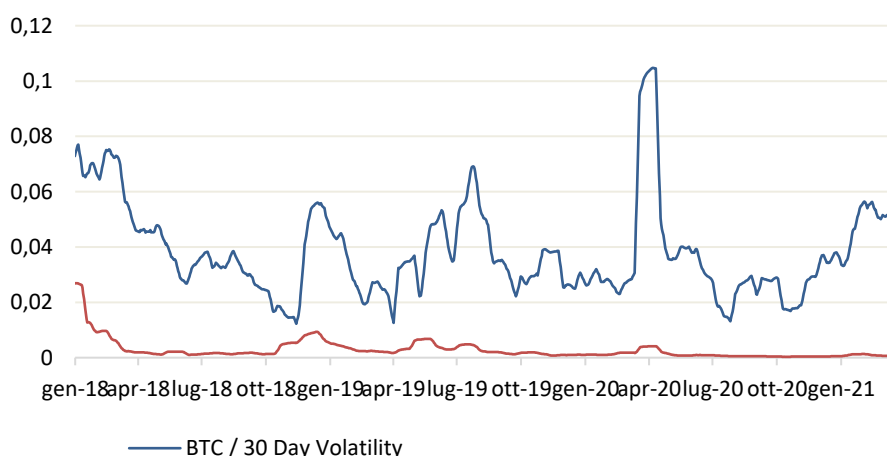
Tra le tre funzioni del denaro la riserva di valore è la più importante; se le persone immagazzinano la loro ricchezza in un bene che fluttua costantemente di valore, la loro ricchezza fluttuerà di conseguenza.

In secondo luogo, un *asset* volatile è anche una scarsa unità di conto, perché ogni volta che il valore dell'unità di conto cambia, tutti i prezzi devono essere adeguati di

conseguenza. Infine, una valuta deve essere stabile per funzionare come mezzo di scambio; ciò consente alle persone di essere compensate in modo equo e prevedibile per beni e servizi senza modifiche di valore durante il processo di pagamento.

Pertanto, gli *asset* volatili come le criptovalute tradizionali non possono incontrare le esigenze di queste tre funzioni. Nella Figura 3, viene introdotto un primo grafico relativo al confronto della volatilità tra BTC e *Tether*. Le *stablecoin*, grazie al loro meccanismo di *pegging*, collegano le valute legali con le cripto tradizionali con l'obiettivo di mantenere il valore e coprire il rischio per altri *asset* volatili, soddisfacendo le varie esigenze dei diversi investitori. Sebbene le *stablecoin* abbiano guadagnato una certa rilevanza, i modelli esistenti mancano di una caratteristica fondamentale che è la chiave per un'adozione diffusa: la fiducia.

Figura 3 Volatilità a 30 giorni tra Bitcoin (BTC) e *Tether* (USDT)



Fonte: Elaborazione personale su dati forniti da Coin Metrics

Note: La volatilità a 30 giorni è stata valutata come la deviazione standard dei rendimenti giornalieri logaritmici con *rolling window* di sette giorni.

1.5.1 La fiducia nei sistemi monetari

Con la premessa che tutte le valute devono essere affidabili, le criptovalute non sono ancora riuscite a conquistare la fiducia della maggior parte delle persone, che classificano come inaffidabili questi mezzi; in *primis*, c'è confusione rispetto alla mancanza di un supporto fisico, ma oltretutto la volatilità di questi *asset* li fa sembrare più veicoli di

investimento che forme di pagamento contribuendo alla preferenza, in linea di principio, delle risorse tradizionali poiché più affidabili.

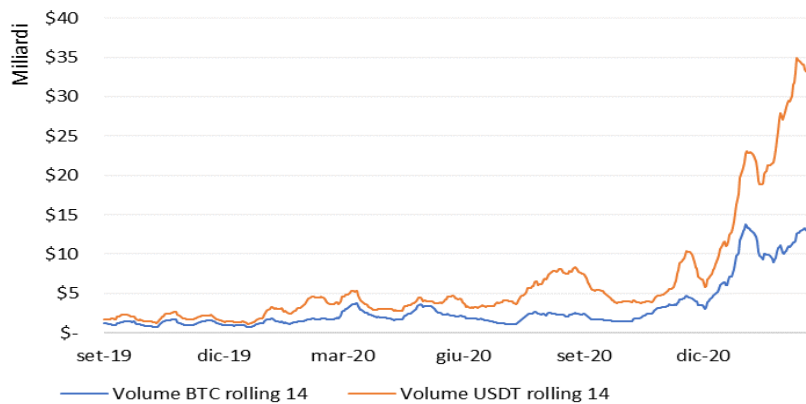
Quando si considera il problema della fiducia in un sistema monetario, diventa chiaro il motivo per cui sistemi monetari stabili sono stati necessariamente emanati da autorità centrali, poiché esse possono avere il controllo sull'offerta monetaria e sul valore del denaro, garantendone stabilità, regolamentazione e utilità per tutti i partecipanti al mercato. Quando esiste un mercato definito e sufficientemente ampio, con un'autorità centrale e di vigilanza, tutti i partecipanti al mercato possono tranquillamente assumere un livello di fiducia nel sistema. Qualora invece calasse la fiducia su governi e banche centrali, oppure si prefigurasse lo spettro dell'inflazione, il prezzo della valuta scenderà (Mita et al., 2019).

1.6 L'orizzonte immediato e il lungo termine

La crescita connessa allo scambio di miliardi di dollari di volume giornaliero degli ultimi mesi (figura 4) - spinta anche dall'imminente entrata di nuovi *player* come Facebook con l'introduzione di *Diem*⁹ - riflette parzialmente l'aspettativa che le *stablecoin* consolideranno la strada all'ecosistema delle criptovalute per diventare mezzo di pagamento comune. Inoltre, con un'enorme popolazione senza conto corrente a livello globale, nonché persone e aziende che cercano sistemi più veloci, più facili e più economici per inviare pagamenti *cross-border*, le *stablecoin* hanno un buon potenziale di crescita. Tuttavia, nonostante le attuali implementazioni sembrano poter risolvere i problemi esistenti legati strettamente all'ecosistema delle criptovalute, l'attuale gamma di usi pratici resta limitata e quantomai sperimentale.

⁹ In origine il progetto proposto nel giugno 2019 – chiamato inizialmente *Libra* – proponeva una valuta digitale globale sotto forma di *stablecoin* e sostenuta da un paniere di valute sovrane come dollaro statunitense, euro, sterlina e yen giapponese. A seguito della forte opposizione di regolatori e a fronte di un importante esodo dei sostenitori dell'iniziativa come *Visa*, *Mastercard*, *eBay* e *PayPal*, l'associazione ha deciso di ridimensionare il progetto ad un'unica *stablecoin* ancorata al dollaro statunitense. Tuttavia, il progetto è tutt'ora in attesa del lancio di un progetto pilota che sarà condotto su scala ridotta.

Figura 4 Volume BTC e USDT con *rolling window* 14 giorni



Fonte Elaborazione personale

Ad oggi, le *stablecoin* risultano complementari – più che competitive – alle altre criptovalute – facendo affidamento sulla sicurezza e sulla compatibilità dell’infrastruttura utilizzata. Dei molti casi d’uso discussi, le *stablecoin* sono popolari tra i *trader*, i *miner*¹⁰ e gli attuali utenti di criptovalute. Secondo Calle & Zalles (2019), ci sono tre funzioni principali che ne rispecchiano l’attuale uso:

Per “bloccare” i profitti: speculatori e *trader* di criptovalute spesso convertono le criptovalute in *stablecoin* per “bloccare” temporaneamente i profitti, spostando la loro esposizione verso *asset* relativamente stabili. Allo stesso modo, un *miner* converte le sue criptovalute in *stablecoin* per ridurre l’esposizione nella criptovaluta che estrae.

Come strumento di evasione fiscale: le *stablecoin* evitano di reintrodurre denaro nel sistema finanziario regolamentato, dove possono essere applicate tasse sui guadagni ed è richiesta la rendicontazione.

¹⁰ Un *miner* è un attore all’interno della rete blockchain che ha la capacità di creare e inviare nuovi blocchi alla catena. Il *miner* autorizzato a produrre uno specifico blocco può essere autorizzato in modo predeterminato, oppure più *miner* possono competere simultaneamente per aggiungere il blocco successivo alla catena. Questo processo è noto come “*Mining*”.

Pagamenti al di fuori del sistema bancario: le *stablecoin* consentono un maggiore accesso digitale alle valute che hanno proprietà simili a una valuta fiat, oltre i confini del paese di emissione di quella valuta. Alcuni *miner*, speculatori o utenti potrebbero non avere conti bancari commerciali in una determinata giurisdizione. Ad esempio, uno *stablecoin* USD consente l'accesso internazionale a un USD digitale, senza richiedere agli utenti di detenere una presenza bancaria domestica negli Stati Uniti. Inoltre, dal punto di vista degli scambi di criptovaluta, si permette agli utenti di usufruire di funzionalità di *trading* simili al dollaro senza dipendere dalle tempistiche dei tradizionali bonifici, poiché le *stablecoin* sono scambiate 24 ore su 24, 7 giorni su 7, possono essere utilizzate per trasferire valore anche nei giorni festivi.

Alcuni utilizzano le *stablecoin* per evitare potenziali attriti dovuti al blocco o alla sospensione temporanea dei fondi causati da procedure di segnalazione KYC che possono verificarsi quando si reintroduce denaro nel sistema finanziario tradizionale. Ad esempio, possono essere utilizzate dalle società di *trading* di criptovalute o dagli *hedge fund* per spostare il valore tra diverse giurisdizioni in modo più fluido. Oppure, se un *trader* detiene Bitcoin e si aspetta che il prezzo possa calare, possono istantaneamente convertire i loro Bitcoin in *stablecoin* per proteggere le loro partecipazioni.

In primo luogo, secondo Wei (2018) l'utilizzo delle *stablecoin* è ampiamente sfruttato dagli *exchange*¹¹ di criptovalute poiché consente loro di quotare le criptovalute in dollaro, senza dover aprire un conto corrente in dollari. In tal modo le *stablecoin* hanno consentito agli scambi di diventare meno dipendenti dalle *partnership* bancarie. Dall'altra parte per gli investitori, lo scopo principale di utilizzare una moneta come *Tether* è il poterla convertire e scambiare in altre criptovalute, in particolare su scambi che non accettano valute fiat tradizionali.

È interessante notare come la maggior parte dei portafogli *stablecoin* sono controllati da *exchange* di criptovalute, suggerendo che gli utenti trasferiscono principalmente *stablecoin* tra portafoglio di scambio e raramente si riscattano (Lipton et al., 2020). Ad esempio, Kharif (2019) riporta che un rapporto di *Coin Metrics*, ha rilevato che circa 300 entità controllano oltre l'80% dei *token Tether*, molti dei quali sono *exchange* di

¹¹ Un *exchange* di criptovalute è una piattaforma online in cui l'operazione principale è consentire ai *trader* l'acquisto e la vendita di criptovalute. Le criptovalute si possono scambiare con una valuta fiat o essere utilizzate per acquistare un'altra criptovaluta.

criptovalute. Inoltre, si osserva che l'elevata concentrazione delle proprietà dei *token* aumenta il livello di rischio per l'intero mercato delle criptovalute poiché viene utilizzato come canale per il *trading* in diversi *exchange*. Questi scambi rappresentano anche uno strumento per trarre vantaggio dai disallineamenti tra *exchange* e cogliere opportunità di arbitraggio.

Secondo Lipton et al. (2020) le *stablecoin* giocheranno anche un importante ruolo in applicazioni di finanza decentralizzata (DeFi), offrendo un'ampia varietà di casi d'uso tra cui scambi decentralizzati, mercati dei prestiti, derivati e gestione delle risorse *on-chain*. Tuttavia, l'integrazione di *stablecoin* in applicazioni decentralizzate deve ancora trovare una più ampia adozione.

1.7 Potenziali implicazioni economiche nei Paesi emergenti

Le implicazioni che accompagnano lo sviluppo di queste nuove risorse digitali possono influenzare con un'impronta potenzialmente immediata il mondo dei pagamenti su *blockchain*, consentendone l'accesso anche a chi ora escluso. Lo scopo alla base di molti progetti è quello di rendere tutte le attività, legali o digitali, più fungibili e liquide, fornendo un pagamento comune per le transazioni all'interno e tra le classi di attività, rimuovendo le commissioni su transazioni *cross-border* e consentendo una comunicazione più fluida tra imprese;

Secondo la *Federal Reserve* (2017), circa il 5% degli adulti nel 2017 - ovvero 13 milioni di persone - non ha un conto corrente. Inoltre, al di fuori degli Stati Uniti, molte popolazioni trattano valute con una volatilità imprevedibile che sopprime la loro capacità di creare, mantenere valore o accedere al credito. Su indicazione di Demirgüç-Kunt et al. (2015) in Africa, circa 350 milioni di adulti non possiedono un conto bancario.

Secondo *Josh Hawkins*, vicepresidente *senior* del *marketing* di *Circle*, le *stablecoin* in dollari sono diventate un'opzione interessante per privati e aziende nei mercati che devono affrontare la volatilità della valuta locale e l'iperinflazione (Handagama, 2020). In Argentina, un'altra economia inflazionistica, le persone si rivolgono sempre più a

DAI, una *stablecoin* sostenuta dal dollaro USA, dopo che il governo ha imposto restrizioni sulla quantità di dollari che i cittadini possono acquistare.

Su indicazione della Banca Mondiale il principale motore dell'inclusione finanziaria nell'Africa *sub Sahariana* sono stati i conti correnti mobili. In questo contesto, i tradizionali gruppi di risparmio in Nigeria stanno guardando alle *stablecoin* ancorate al dollaro come uno strumento per proteggere i propri risparmi dall'inflazione locale.

Capitolo II

Caratterizzazione delle *Stablecoin*

2.1 Classificazione delle *Stablecoin*

Riprendendo la classificazione suggerita da Moin et al. (2020) le *stablecoin* vengono generalmente caratterizzate da determinate proprietà. Innanzitutto, dal meccanismo utilizzato per aggiustare prezzo e offerta e dal *peg*, poiché il valore della *stablecoin* è ancorato ad un *asset* come valute o *commodities* tradizionali¹²;

Inoltre, l'attività posta a garanzia (*Collateral*) ha una funzione identificativa della tipologia di *stablecoin*. Le garanzie sono valute legali, materie prime (generalmente l'oro), o altre criptovalute. Spesso viene fatta una distinzione tra garanzia *off-chain* e *on-chain*¹³;

La garanzia può essere: una garanzia completa in cui l'emittente detiene riserve di tale importo o supera la capitalizzazione di mercato della *stablecoin*, oppure una garanzia parziale, dove c'è il pericolo si prefiguri un rischio di liquidità qualora l'emittente non sia in grado di garantire la riscattabilità completa agli utenti. Ciò riduce la fiducia dei possessori, influenzando negativamente la stabilità della moneta stessa (Petrulia et al., 2019).

Una ulteriore prerogativa attiene alla determinazione del prezzo della *stablecoin* poiché stabilirne il valore risulta cruciale al fine di determinarne tempestivamente gli aggiustamenti dell'offerta. La maggioranza delle *stablecoin* si affida ad un cosiddetto “*oracle*” esterno, ovvero un flusso di prezzi indipendenti dall'entità emittente.

¹² generalmente il dollaro (USD) è una scelta popolare in funzione della sua considerazione a riserva di valore stabile.

¹³ *Off-chain*: le transazioni si verificano su una rete di criptovalute che spostano il loro valore al di fuori della *blockchain*. *On-chain*: le transazioni che si verificano rimangono sulla *blockchain* per la loro validità.

Indipendenza utile ad evitare deviazioni nei flussi che possono innescare violenti ribassi o rialzi; inoltre, questa fiducia è persistente anche in ragione delle alternative generalmente peggiori. Infatti, i prezzi della maggior parte delle attività vengono generati in base ai prezzi ai quali le attività vengono negoziate sugli *exchange*. Alcune iniziative, al contrario, sono progettate in modo da non rendere necessario alcun oracolo esterno affinché la *stablecoin* rimanga stabile. Infatti, in sistemi come *Tether*, i prezzi vengono stabiliti valendosi delle operazioni degli utenti. Sostanzialmente, i singoli utenti decidono come valutare il *token*. La comodità di non determinare il prezzo viene però indebolita dalla necessità di immagazzinare garanzie.

Infine, possono anche essere distinte sulla base del loro ambito geografico, per cui *stablecoin* "globali" comprendono più giurisdizioni in termini di utenti.

2.2 Il meccanismo di stabilità

Le *stablecoin* si possono profilare in parte nelle proprietà che caratterizzano i *cripto-asset*, ovvero: l'esistenza o l'assenza di un emittente, il decentramento o centralizzazione delle responsabilità sull'iniziativa *stablecoin*, l'attività sottostante e la sua stabilità nella valuta di riferimento (Bulmann et al., 2019); gli eventi di mercato hanno dimostrato che anche le *stablecoin* - presumibilmente stabili di prezzo - possono mostrare una volatilità significativa. Il 12 marzo 2020, nel mezzo della pandemia covid-19, la volatilità del mercato ha colpito anche diverse iniziative, tra cui la *stablecoin* DAI così gravemente da farla entrare in una spirale di riduzione della leva finanziaria, costringendola a deviare dal suo ancoraggio (Klages-Mundt et al., 2020).

Seguendo l'approfondimento di Bulmann et al. (2019), la distinzione più marcata tra i diversi tipi di *stablecoin* può essere fatta sulla base del meccanismo di stabilizzazione che fa parte della loro progettazione. Il fattore di differenziazione più importante è il loro meccanismo di stabilizzazione, mentre gli altri criteri includono: la *blockchain* su cui vengono registrate le transazioni e la valuta rispetto alle quali è stabilizzato il tasso di cambio (Kolodziejczyk & Jarno, 2020).

Partendo da questo presupposto si sono evoluti vari metodi che gli emittenti di *stablecoin* utilizzano per tentare di raggiungere la relativa stabilità dei prezzi; stabilità che dipende anche dalla liquidità. Gli attuali progetti si possono dividere in due macroaree: *custodial*, ovvero con deposito, se si affidano a parti terze per detenere attività di riserva *off-chain*, oppure *non-custodial*, quindi prive di deposito, se il trasferimento del rischio avviene attraverso contratti *on-chain*, mirando a mantenere la proprietà con un rischio ridotto di controparte (Klages-Mundt et al., 2020).

Secondo Bulmann et al. (2019) se ne possono distinguere quattro categorie: *tokenised funds*, *off-chain collateralised stablecoins*, *on-chain collateralised stablecoins* e *algorithmic stablecoins*.

Ogni categoria, tramite la sua progettazione cerca di mantenere un valore di mercato stabile attraverso un'offerta flessibile di moneta (*algorithmic stablecoin*) - cercando di abbinare domanda e offerta in modo da mantenere il *par value* tra *stablecoin* e valuta di riferimento - oppure sostenendo la *stablecoin* con delle garanzie (*collateral*) a fronte delle quali è possibile rimborsare le risorse dell'utente. Sebbene sia possibile trovare esempi di tutti e quattro i tipi di *stablecoin*, non tutti sono rappresentati allo stesso modo, con le *tokenised funds* e le *on-chain collateralised stablecoins* che sono le categorie più numerose (Jeger et al., 2020). Nella tabella 1, se ne riassume una panoramica delle tipologie e delle caratteristiche.

Secondo gli ultimi dati riferiti al *report* di Blockdata (2019), solo il 30% del numero totale di *stablecoin* erano attive (66 iniziative), mentre il resto era in fase di sviluppo (134 iniziative) o già fallito (25 iniziative). Il 65 % del numero totale di *stablecoin* sono *off-chain collateralised* (148 iniziative), mentre 45 iniziative sono *on-chain collateralised* e 4 di natura algoritmica. Per quanto riguarda la rete di riferimento, il 50% delle *stablecoin* attive era sviluppata su ERC20 (*Ethereum network*).

Tabella 1 Principali caratteristiche delle tipologie di *Stablecoin*

	Sottostante	Garantite da:	Riscattabilità:
<i>Tokenised funds</i>	Denaro fiat (denaro fisico, riserve della banca centrale e moneta della banca commerciale)	Riserve <i>off-chain</i>	Sì
<i>Off-chain collateralised stablecoin</i>	Asset detenuti in custodia presso un intermediario (titoli, merci)	Un intermediario che detiene gli Asset	Sì
<i>On-chain collateralised stablecoin</i>	Criptovalute detenute nel DLT	Criptovalute detenute nel DLT	Sì
<i>Algorithmic stablecoins</i>	Meccanismo di stabilizzazione interno	Nessuna garanzia, poiché il valore si basa solo sulle future aspettative del suo valore di mercato	No

Fonte: *Elaborazione personale*

Al denaro fiat si associano tre tipologie di moneta: denaro fisico, riserve della banca centrale e moneta della banca commerciale. Il denaro fisico presuppone un luogo per conservare le banconote in dollari rendendo questo approccio non pratico per diverse ragioni (Calle & Zalles, 2019), ma in ragione di ciò le *stablecoin* sostenute da denaro fiat hanno catturato la quasi totalità dei volumi.

Inoltre, alla luce del potenziale impatto di una *stablecoin* “globale”, diverse banche centrali stanno esaminando e prendendo seriamente in considerazione l’adozione di una valuta digitale emessa dalla banca centrale (CBDC). Poiché questo approccio richiede modifiche normative ed economiche più ampie al sistema del mercato finanziario esistente, queste iniziative hanno un *time to market* notevolmente più lungo e attualmente sono oggetto di sperimentazione.

2.2.1 *Off-chain collateralised stablecoin*

Le *off-chain collateralised stablecoin* funzionano come una forma di moneta elettronica, che fa leva sulla tecnologia *blockchain* come mezzo di pagamento e riserva di valore; sono supportate da classi di *asset* tradizionali (come valute e materie prime) che richiedono un custode – il più delle volte un’entità esterna- per la loro riserva e il controllo della garanzia. Sono in possesso dell’emittente delle *stablecoin* fintanto che l’utente non le riscatta con rapporto 1:1 - o quel che ne resta in caso di inadempienza. Inoltre, offrono la progettazione più semplice, affiancata spesso dalla garanzia dell’*asset* sottostante cui sono ancorate e supportate dal principio di non arbitraggio. In conclusione, il valore degli *asset* che supportano le *stablecoin* deve includere un certo margine per garantire almeno il rapporto 1:1, con la conseguenza che spesso sono sovra-collateralizzate.

2.2.2 *Tokenised funds*

Possono essere considerati come una sottocategoria dell’*off-chain collateralised* e sono un tipo di *stablecoin* garantite da fondi definiti in una singola valuta o un paniere di valute di riferimento che un emittente o un depositario detiene in custodia (Bulmann et al., 2019). Le *stablecoin* supportate da denaro fiat hanno catturato la maggioranza dei volumi di scambio e risultano la tipologia più diffusa proprio perché direttamente garantite da moneta fiat con un rapporto 1:1. La facilità della struttura le rende adatte ai principianti nel mondo delle criptovalute (CB Insights, 2018).

I fondi trasferiti dagli utenti in valuta fiat vengono convertiti in una quantità corrispondente di *token* con la responsabilità dell’emittente di garantire l’eventuale rimborso integrale dell’ammontare convertito. La detenzione a riserva, perciò, le rende riscattabili in qualsiasi momento e una volta accreditate al conto corrente dell’utente esse verranno tolte dalla circolazione. Il meccanismo si basa su un garante che mantiene i risparmi degli utenti e un emittente che mantiene uno *smart contract*, il quale determina l’allocazione dello *stablecoin* mantenuta nell’infrastruttura *blockchain*.

Alla base, il valore potrebbe essere veramente stabile - rispetto alla valuta a cui sono ancorati i fondi - a condizione che gli utenti si fidino dell'emittente che sostiene l'iniziativa. La mancanza di una chiara regolamentazione applicabile rende necessario l'emanazione di un quadro normativo appropriato che possa tutelare gli utenti da comportamenti fraudolenti.

Inoltre, alcune iniziative condividono la funzione e le caratteristiche della moneta elettronica, ma l'applicazione della direttiva sulla moneta elettronica (EMD2¹⁴) non è sufficiente ad affrontare le complessità e rischi dei modelli di *business* delle *stablecoin*.

2.2.3 On-chain collateralised stablecoins

A differenza delle *stablecoin* supportate da garanzie *off-chain*, le *stablecoin* supportate da garanzie *on-chain* non hanno bisogno di fare affidamento su terze parti per salvaguardare le garanzie e controllare l'emissione; sono perciò completamente decentralizzate.

Esse, sono supportate da *crypto-asset* registrati direttamente in forma digitale su un *distributed ledger*, con lo sforzo di trasformare questi *collaterals* altamente volatili in *asset* stabili, fornendo incentivi economici ai potenziali detentori. Proprio perché caratterizzate da un *framework on-chain*, la criptovaluta in garanzia viene depositata con il supporto di uno *Smart contract* e a fronte del deposito vengono emesse le *stablecoin* in proporzione. Al contrario, quando le *stablecoin* verranno riscattate lo *Smart contract* sbloccherà la garanzia.

Il condurre le operazioni su *blockchain*, consente alle *stablecoin* supportate da criptovaluta di essere molto più decentralizzate rispetto alle loro controparti fiat. Per ridurre il rischio di oscillazione dei prezzi, queste *stablecoin* – tramite un meccanismo

¹⁴ La Direttiva EMD ha adeguato la disciplina degli Istituti di moneta elettronica (IMEL 2) a quella degli istituti di pagamento, andando a definire un regime prudenziale omogeneo per tutti gli intermediari operanti nel settore dei pagamenti, e al tempo stesso, ha risposto alla necessità di rimuovere le barriere all'entrata del mercato dei servizi di pagamento, e nello specifico, dell'emissione di moneta elettronica.

integrato - detengono spesso un margine aggiuntivo per far fronte alle fluttuazioni del valore della garanzia, contribuendo a ridurre la volatilità. In questo modo, anche se il *cripto-asset* sottostante si deprezza, c'è la compensazione di un margine applicato per ogni unità della *stablecoin*, grazie al quale poter rimborsare per un importo equivalente dell'*asset* sottostante.

Ancorare le *stablecoin* ad un'altra criptovaluta non consente solo un funzionamento decentralizzato, ma è anche un modo per evitare di dover immagazzinare grandi quantità di valuta fiat sia una più facile diversificazione tra gli *asset* a supporto. Tuttavia, nonostante il meccanismo di stabilizzazione, la criptovaluta posta a garanzia può essere di per sé molto volatile, rendendola difficilmente associabile ad una riserva di valore.

Inoltre, a seconda del progetto *on-chain*, gli utenti possono avere la facoltà di partecipare alla definizione delle regole che stabiliscono le modalità di emissione e riscatto dei *token* e alla *governance* della rete *stablecoin* (Dell'Erba, 2019); secondo Brooks et al. (2018), la completa decentralizzazione implementata con le garanzie *on-chain* contribuirebbe ad una maggiore trasparenza “fornendo una solida base per la fiducia nella solvibilità della rete di pagamento costruita su essa” e riguardo l'emissione di *token* a fronte dei *collaterals* disponibili “creando una forma di moneta rappresentativa in cui non è richiesto bene fisico, rimuovendo i problemi di fiducia e di custodia”. Nel caso della loro piattaforma (*Havven*, rinominata poi *Synthetix* e attiva ora nella creazione di titoli sintetici), chi utilizza la *stablecoin* paga delle commissioni a chi garantisce la rete, compensandoli dei rischi di fornire garanzia e stabilità. Per ottenere questa struttura si servono di due tipologie di *token*: il primo (chiamato *Nomin*) ha finalità di essere un mezzo di scambio con offerta fluttuante e prezzo misurato in valuta fiat, mentre il secondo *token* (*Havven*), che rappresenta il *collateral* per il sistema e, al contrario di *Nomin*, ha un'offerta statica.

2.2.4 Algorithmic stablecoin

Una *stablecoin* algoritmica è un tipo di criptovaluta che non comporta l'intervento di alcuna parte responsabile e viene gestita da una combinazione di algoritmi decentralizzati e da *smart contract* grazie ai quali coordinare dinamicamente l'offerta di

moneta e ridurre la volatilità del prezzo rispetto ad una forma specifica di *asset*, ad esempio il dollaro USA. Come ci viene spiegato da *Robert Sams* (2014), le criptovalute come il *Bitcoin* “governano l’offerta di moneta attraverso regole di fornitura di monete semplici e deterministiche” che non considerano cambiamenti impreveduti nella domanda di moneta - impattando sui prezzi e sulla volatilità – limitandone l’utilità come mezzo di scambio.

Le *stablecoin* algoritmiche non sono completamente supportate da *asset on-chain* o *off-chain* e l’idea alla base prevede un algoritmo che ne bilanci la domanda e l’offerta al fine di mantenere la stabilità dei prezzi nella valuta di riferimento, utilizzando una serie di strumenti di stabilizzazione secondaria. La stabilizzazione avviene utilizzando le riserve di attività *on-chain* che la rete ha accumulato nel tempo (ad esempio commissioni di transazione), vendendo diritti su ricavi futuri (Bulmann et al., 2019) in cambio di unità di *stablecoin*, oppure gonfiando o sgonfiando i saldi proporzionalmente al prezzo. Nell’ultimo caso se il prezzo aumenta del 7%, tutti i saldi vengono gonfiati del 7% e viceversa. È evidente che tali *stablecoin* non sono utili come deposito di valore, perché i saldi vengono continuamente aggiustati.

Sostanzialmente gli algoritmi fanno affidamento sulle informazioni sulla domanda e sull’offerta dalle piattaforme *exchange*: quando il prezzo della *stablecoin* supera il prezzo del dollaro USA, il contratto emette più monete e le distribuisce sul mercato con la conseguenza che il prezzo della *stablecoin* dovrebbe scendere. Al contrario, nel caso in cui il prezzo della *stablecoin* sia inferiore al dollaro USA, lo *smart contract* ne diminuisce l’offerta per riportare gradualmente il prezzo ad un dollaro. A seconda dell’equilibrio delle forze di mercato, lo *smart contract* vende quote di nuova emissione o acquista quote già sul mercato al fine di stabilizzare il tasso di cambio delle *stablecoin* rispetto alla valuta di riferimento (Jarno & Kołodziejczyk, 2021).

Mita et al. (2019) individuano in questa categoria la migliore struttura di stabilizzazione poiché hanno il vantaggio di essere decentralizzate. Pur offrendo il maggior grado di innovazione, questa categoria non si è ancora dimostrata in grado di resistere agli *shock* di mercato e mantenere un valore stabile nella valuta di riferimento poiché influenzata dalle aspettative degli utenti sul futuro potere d’acquisto delle loro partecipazioni (ECB, 2019). A causa di questa incertezza molti progetti di *stablecoin*

algoritmici potrebbero inizialmente essere lanciati con il supporto fiat delle *tokenised funds* (a causa di problemi di stabilità dei prezzi), che rischia di smorzare parte dell'entusiasmo per le *stablecoin* algoritmiche.

Secondo Zhao (2021), le possiamo classificare in tre categorie, ovvero: *rebase-style*, *seigniorage share* e *partial-collateral*.

Rebase style: l'offerta totale di una *stablecoin* non è statica, ma viene quotidianamente adattata. L'aggiustamento viene realizzato automaticamente in modo da stabilizzare gradualmente il prezzo *target* di uno *stablecoin* ad un ancoraggio specifico, come il dollaro USA.

Seigniorage share: Il meccanismo di stabilizzazione introduce una struttura con generalmente due tipi di criptovalute (*dual-token*), ovvero *stablecoin* e azioni. Questo meccanismo è stato inizialmente proposto da Robert Sam (2014), presentando una soluzione innovativa al processo di offerta e distribuzione della valuta digitale. Quando il prezzo della *stablecoin* supera il *peg*, l'algoritmo emette automaticamente nuove *stablecoin* mettendole all'asta ai possessori di *token* azionari, i quali possono fare offerte in cambio di una percentuale di azioni che verranno distrutte (l'offerta di monete aumenta, mentre l'offerta di azioni diminuisce). In sostanza, le azioni vengono utilizzate per aumentare l'offerta di monete quando il prezzo di una moneta è superiore al suo ancoraggio previsto. Al contrario, quando il prezzo della *stablecoin* scende al di sotto del *peg*, la base azionaria viene distribuita ai possessori di monete in cambio di una certa percentuale di monete, che verranno distrutte (l'offerta di monete diminuisce, mentre l'offerta di azioni aumenta).

Robert Sam, riguardo a questo meccanismo ha rilasciato una dichiarazione ripresa dall'indagine di The Block Research (2021) in cui dice:

“Gli esperimenti del modello *seigniorage share* pongono oggi troppa enfasi sul meccanismo, come se il meccanismo da solo creasse stabilità. In definitiva, gli ingredienti per la stabilità richiedono un meccanismo compatibile con gli incentivi, ma è anche necessario un ecosistema per sfruttarli, ovvero una domanda organica *di stablecoin*: nessuno meccanismo da solo riuscirà ad

avviarlo. Quindi, c'è di più oltre al meccanismo. Ho visto molti *whitepaper* scritti che trattano il problema come se fosse puramente un problema di progettazione o ingegneria del meccanismo, ma a mio avviso, questa è solo la metà del problema”.

Partial-collateral: In contrasto con i due tipi di *stablecoin* algoritmiche, una classe emergente chiamata *fractional-algorithmic protocol* è stata recentemente proposta come una combinazione tra *fully-collateral* e *fully-algorithmic*. I *partial-collateral protocols* introducono meno rischi di custodia ed evitano l'eccessiva collateralizzazione. Il meccanismo è progettato per applicare un *peg* stringente con un livello di stabilità più elevato rispetto ai progetti puramente algoritmici.

2.3 Ulteriori considerazioni: i prestiti a leva

Seguendo in precedenza la descrizione delle categorie di Bulmann et al. (2019), ci si è resi conto di come la progettazione più semplice includa il *peg* e il *collateral*. Un interessante meccanismo di stabilizzazione riguarda i prestiti a leva (*leverage loans*). I prestiti a leva sono implementati completamente *on-chain* e si basano sull'uso di un cosiddetto CDP (*collateralized debt position*), ovvero di uno *Smart contract* – che non richiede una parte centrale nel processo - che gestisce l'emissione e il rimborso delle *stablecoin* in cambio di una criptovaluta e in base al valore della stessa.

Secondo Jeger et al. (2020), al fine di raggiungere la stabilità si sfruttano tre meccanismi:

Stability fee: il meccanismo è legato ad una commissione che incentiva la domanda quando i prezzi sono bassi e influisce negativamente sulla domanda quando i prezzi sono alti.

Automatic liquidity: prevede la liquidazione automatica del CDP. Se la garanzia scende al di sotto di una percentuale predefinita, viene automaticamente sbloccata e le monete corrispondenti distrutte, riducendo la fornitura totale di *stablecoin*.

Dual coins: comporta la vendita (e quindi la distruzione) di monete aggiuntive per contrastare un prezzo basso della *stablecoin* e l'emissione di monete aggiuntive per contrastare un prezzo elevato.

Altri progetti che non coinvolgono garanzie collaterali fanno riferimento ai tassi di interesse, i quali vengono adeguati ad evitare che la moneta perda il suo valore.

2.3.1 Altri meccanismi di stabilità

Ai precedenti meccanismi di stabilizzazione primaria, si possono affiancano ulteriori meccanismi di stabilizzazione secondaria (Bulmann et al., 2019).

Commissioni: spesso durante il processo di emissione, nel trasferimento o nel rimborso delle *stablecoin* vengono imposte agli utenti commissioni sotto forma di *cripto-asset* per incentivare un comportamento corretto. L'obiettivo potrebbe essere quello di imputare a riserva questi ricavi per supportare il *par value* della valuta di riferimento. Nel caso di *stablecoin* come DAI, potrebbe essere applicata una commissione di liquidazione più alta che penalizza i bassi livelli di garanzia (Moin et al., 2020).

Token Governance: possono essere inserite iniziative che assegnano diritti che influenzano l'ecosistema ad alcuni utenti attraverso unità secondarie remunerate con parte dei ricavi che l'emittente *stablecoin* genera nel tempo. Nel caso di iniziative di *stablecoin* algoritmiche, la funzionalità di queste unità secondarie assomiglia ad azioni (quando assegnano diritti di *governance* e flussi di cassa residui) e obbligazioni (quando danno diritto ad un pagamento di interessi). In concreto, i possessori di *token governance* possono influenzare le decisioni riguardanti il progetto come proporre o decidere su proposte di nuove funzionalità e persino cambiare il sistema di *governance* stesso.

Riprendendo un articolo di *coinmarketcap.com* (2021) un noto esempio di *token governance* è *Maker* (MKR). Oltre alla moneta Dai, *Maker* ha una seconda moneta per la *governance* chiamata MKR, che i partecipanti al sistema usano per votare le decisioni

relative al protocollo di finanza decentralizzata (*DeFi*) su cui gira la *stablecoin* DAI. La quantità di MKR che un elettore possiede è direttamente correlata al suo potere di voto, quindi si può considerare 1 MKR come equivalente a un voto. Ad esempio, i possessori di MKR possono votare per cambiare le complesse regole economiche che governano il prestito decentralizzato che consente a DAI di mantenere stabile il suo prezzo.

Premi per il mining: Lo *smart contract* può attribuire un premio maggiore agli utenti che convalidano le transazioni nella rete DLT. Inoltre, per alcune iniziative, si incentiva la partecipazione di parti terzi per sostenere il valore della *stablecoin*, generalmente tramite costi di transazione minori.

Re-adjusted peg and kill switch: il *re-adjusted peg* riconosce il fallimento dell'iniziativa per evitare fluttuazioni nella sua *stablecoin* e cambiare la sua denominazione nella valuta di riferimento. Il *kill switch* può interrompere temporaneamente le operazioni di mercato per liquidare le riserve e le garanzie agli utenti, nonché interrompere l'operatività della *stablecoin* con lo scopo di ridurre l'incentivo degli utenti a ritirare immediatamente i loro fondi e le garanzie in caso di calo iniziale del prezzo.

2.4 Il processo di emissione

L'emissione e la stabilizzazione sono funzioni che includono la *governance*, il *management*, le tecnologie sottostanti come il DLT, *Smart contract* oppure conti correnti tradizionali.

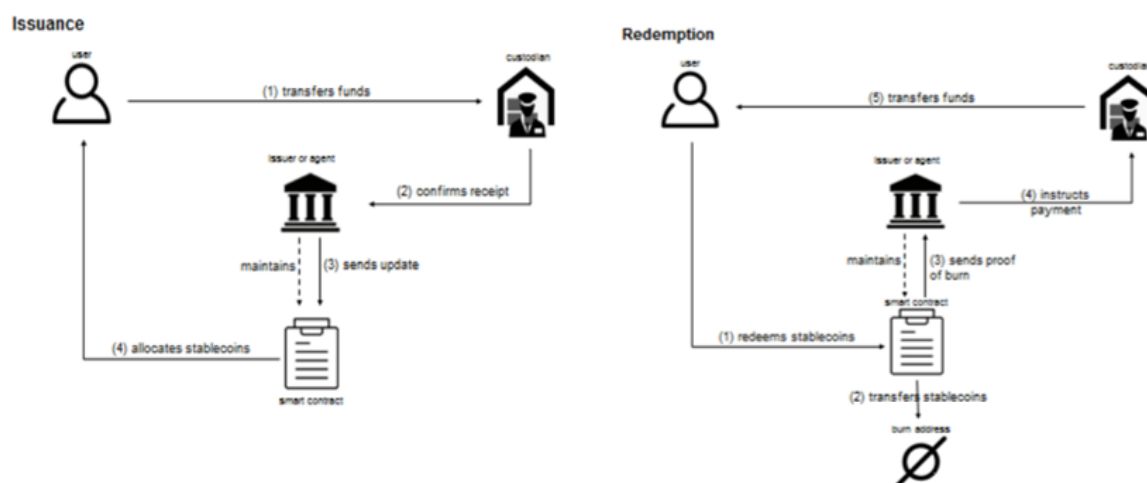
Secondo quanto affermato dal G7 (2019), la *governance* gioca un ruolo chiave nello stabilire le regole affinché si garantisca il mantenimento degli obiettivi di stabilità. L'emissione e il riscatto della *stablecoin*, il meccanismo di stabilità e la custodia degli *asset* in gestione, sono decisioni prese a livello di *governance*. La tecnologia utilizzata nella funzione di emissione e stabilità può interagire con accordi finanziari convenzionali con le banche, come far affidamento su strutture autonome come DLT e *smart contract*, utilizzati per gestire il meccanismo di stabilità.

Nel *framework* base le *stablecoin* assumono la forma di *tokenised funds*. Come sottolineato nei paragrafi precedenti i fondi, trasferiti dagli utenti in valuta fiat, vengono convertiti nella quantità corrispondente di *token*. L'emissione di *stablecoin* completamente garantite da riserve di tipo valutario può essere paragonata all'implementazione da parte delle banche centrali del meccanismo di cambio chiamato *currency board* (Jeger et al., 2020).

Il processo di emissione (figura 5) si avvia con il trasferimento dei fondi dell'utente sul conto aperto dall'emittente presso un *custodian* (generalmente una banca); il sistema dipende da un *custodian* che mantiene i fondi degli utenti e da un emittente che mantiene lo *smart contract*. Dopo la conferma che i fondi sono stati ricevuti dal depositario, lo *smart contract* determina l'allocazione delle *stablecoin* seguendo il classico approccio DLT. Ma poiché l'emittente deve garantire il rimborso dei fondi, la responsabilità di modificare il numero di quote emesse non è condivisa con la rete degli utenti come accade quando si utilizza DLT per registrare *crypto-asset*¹⁵. Nel caso in cui un utente voglia riscattare le sue *stablecoin*, il processo di riscatto è simile all'emissione e presuppone che l'utente possa inviare le *stablecoin* all'indirizzo di rete dedicato specificato dall'emittente. Si invieranno poi le istruzioni allo *smart contract*, che le ritirerà dalla circolazione inviando un "*proof-of-burn*" all'emittente di *stablecoin* per mantenere la rimborsabilità delle quote circolanti per i fondi che le sostengono. Dopo aver ricevuto questa prova e una volta bruciate queste unità, l'emittente ordina al depositario di trasferire un importo equivalente di fondi all'utente (Bulmann et al., 2019).

¹⁵ Generalmente i partecipanti alla rete verificano che il trasferimento sia in linea con le regole dell'iniziativa e convalidano il trasferimento.

Figura 5 Emissione riscatto dei *Tokenised Funds*



Fonte: Bulmann et al., 2019

Una differenza fondamentale sorge quando, invece dei tradizionali fondi in valuta fiat, l'utente può ottenere *stablecoin* trasferendo ad esempio altre criptovalute. Rispetto alle *tokenised funds*, questo sistema di *stablecoin* funziona in modo decentralizzato e l'intero processo di emissione e rimborso può avvenire all'interno della rete *blockchain* rendendo superfluo un emittente centrale. L'emissione e il riscatto delle *stablecoin* sono gestiti dallo *smart contract* in modo completamente automatico ed invece di un *custodian* che mantiene i fondi, c'è un *crypto-wallet* che archivia la criptovaluta come garanzia. Lo *smart contract* crea le *stablecoin* e le invia all'utente; dal momento in cui l'utente ha ricevuto le *stablecoin*, deve garantire il valore dei *token* collateralizzati.

Il riscatto si configura in due tipologie: volontario oppure obbligatorio. Il riscatto volontario segue il processo di emissione a ritroso, mentre il riscatto obbligatorio risulta più complesso: inizialmente lo *smart contract* dovrà acquistare la stessa quantità di *stablecoin* di quelle sotto-collateralizzate utilizzando i ricavi generati durante l'operazione (commissioni sulle transazioni) o attraverso la vendita di ricavi futuri. Una volta che ci sono abbastanza *stablecoin* riacquistate, lo *smart contract* distrugge le monete appena conservate. A questo punto, per avere una garanzia sottostante sufficiente può ricollegare le *stablecoin* sotto-collateralizzate al *collateral* delle nuove *stablecoin* appena distrutte. In seguito, il vecchio *collateral* delle monete sotto-collateralizzate può ora essere utilizzato, per riacquistare i diritti delle *stablecoin* appena

distrutte. Se rimane qualcosa della garanzia iniziale, l'utente può recuperarla, meno una penale per la sotto-garanzia (Bullmann et al., 2019).

Infine, le *stablecoin* algoritmiche sono distribuite *on-chain* attraverso lo *Smart contract* che, per mantenere stabile il valore della moneta, utilizzerà queste risorse come riserve per investimenti futuri. Il processo di rimborso prevede che lo *smart contract* utilizzi le riserve oppure i ricavi futuri per ritirare le *stablecoin* dalla circolazione. Sebbene l'algoritmo possa utilizzare le riserve per acquistare le *stablecoin* circolanti, non dovrebbe mai utilizzare gli *asset* creati dall'emissione. L'utilizzo delle attività, che sarebbe un'inversione del processo di emissione, diminuirebbe il valore delle monete, il che porterebbe ad instabilità (Bullmann et al., 2019).

In alternativa, ci sono sistemi di *stablecoin* che includono meccanismi in cui in determinate situazioni, in particolare se il valore del collaterale scende troppo, ci sono rimborsi obbligatori. In questo il *collateral* viene automaticamente liquidato, gli *asset* posti a garanzia vengono restituiti agli utenti e le *stablecoin* vengono distrutte.

2.5 Il modello di *business* delle *stablecoin*

L'emissione di *stablecoin*, in base alla configurazione del progetto, è un'attività da cui gli emittenti traggono profitto da più flussi di entrate impattando notevolmente i ricavi in funzione dell'offerta, della base delle garanzie e del volume delle transazioni *on-chain* o negli *exchange*. Nella valutazione del progetto il potenziale di signoraggio è un fattore chiave di valutazione alla base dei ricavi e delle implicazioni competitive. Allontanandosi dall'implementazione più semplice dell'approccio fiat, lo spazio per la messa a punto dei progetti si espande e le tecniche di monetizzazione diventano più complesse. Una gestione ottimale delle *stablecoin* richiede una combinazione di strategie comunemente osservate nella pratica, come operazioni di mercato aperto, commissioni di transazione, *re-pegging*, emissione e riacquisto di "*secondary token*" che funzionano come azioni degli emittenti *stablecoin* (Li & Mayer, 2020).

2.5.1 La struttura dei ricavi

Secondo Lipton et al. (2020), e The Block Research (2021), indipendentemente dalla struttura di stabilità, si possono identificare dei flussi generici di entrate:

Interessi su prestiti a breve termine: gli emittenti hanno un incentivo ad emettere *stablecoin* per valute che offrono tassi di interessi positivi, poiché possono gestire più o meno liberamente i fondi posti a riserva guadagnando dagli interessi generati dai fondi stessi. Ad esempio, *Tether*, detiene il mandato per investire una parte della base di garanzie in titoli del Tesoro a breve termine e fondi del mercato monetario a basso rischio. Secondo il *whitepaper* di *Tether* (2016) "la composizione delle riserve utilizzate per sostenere i *token Tether* è esclusivamente sotto il controllo e discrezione di *Tether*". Questa strategia è guidata principalmente dalla dimensione della base garantita, dai tassi di interesse sugli investimenti a breve termine e dal coefficiente di riserva. Attualmente *Tether*, guadagna un tasso di interesse di poco superiore all'1%, ma se i tassi di interesse alla fine diventassero negativi, *Tether* potrebbe anche investire in attività più rischiose, come obbligazioni o azioni. In linea di principio *Tether*, proprio come gli altri emittenti di *stablecoin*, guadagna la maggior parte del suo reddito da questi tassi di interesse, pur non precludendosi eventuali addebiti in caso di ribasso degli stessi. *Tether*, come riportato da Siddarth & Rennison (2021), ha affermato di aver incanalato circa la metà delle sue riserve in *commercial paper*, ovvero uno strumento di finanziamento a breve termine utilizzato per finanziare il capitale circolante. Un altro 18% è detenuto in depositi fiduciari, oltre il 12% in prestiti garantiti e quasi il 10% in obbligazioni societarie, fondi e metalli preziosi. La liquidità rappresenta solo il 2,9% secondo la divulgazione della società. Le rivelazioni da *Tether* suggeriscono che è diventato uno dei maggiori investitori mondiali nel mercato dei *commercial paper* statunitensi, affiancandosi a gestori di fondi del calibro di *Vanguard* e *BlackRock* e facendo impallidire gli investimenti di giganti della tecnologia come *Google* e *Apple*, secondo le stime di *JPMorgan*. Tuttavia, in una dichiarazione su *Medium*, Hoegner (2021) ha affermato che i *commercial paper* detenuti dalla società sono stati acquistati attraverso programmi di emissione riconosciuti, la grande maggioranza altamente quotati e con limiti sui singoli emittenti e sulle esposizioni. Inoltre, ha affermato che *Tether* non deteneva alcun *commercial paper* emesso da *exchange* di criptovalute o entità affiliate.

Commissioni: pur potendo addebitare commissioni per l'emissione, i trasferimenti e il riscatto dei *token* gli emittenti di *stablecoin* sono incentivati a ridurre - se non azzerare - le commissioni e stabilizzare il valore di rimborso per incoraggiare le transazioni degli utenti. Lo scopo delle commissioni può essere anche quello di scoraggiare i deflussi in caso di carenza di liquidità dell'emittente, oppure indirizzare i flussi in entrata verso la sua *stablecoin*. È interessante notare che le commissioni sono limitate dalla natura del meccanismo di stabilità, poiché lo *spread* tra il prezzo della *stablecoin* e il *collateral* sottostante deve essere maggiore della commissione per creare opportunità di arbitraggio per i *trader*. Al fine di incoraggiare uno *spread* ridotto, l'emittente limita il suo potenziale di guadagno da questa strategia. Ad esempio, riprendendo la sezione "fees" della piattaforma *Tether (tether.to)*, si può notare che ha una funzione che consente di addebitare fino a 20 punti base del valore della transazione con una commissione massima di \$ 50 per transazione, mentre per il deposito addebita lo 0,1% e per il prelievo il maggiore tra 0,1% e \$ 1.000. A questo si aggiunge una commissione di verifica dall'importo di 150 USDT, con lo scopo di garantire un solido processo di controllo e compensare in parte i costi sostenuti per il processo. La sola discrezionalità di *Tether* in questo contesto è quella di approvare o meno gli *account*.

Implementazione della piattaforma: gli emittenti possono implementare una strategia di *cross-selling*¹⁶ di servizi complementari basati sulla loro *stablecoin*, attraendo e facilitando il *trading* sulle loro piattaforme e fornendo un potenziale guadagno aggiuntivo (Bulmann et al., 2019). Oltretutto effetti *network* più forti consentono all'emittente di *stablecoin* di implementare l'offerta di servizi aggiuntivi al fine di guadagnare più commissioni di transazione e ricavi dalle operazioni di mercato aperto, con il rischio si prefigurino conflitti di interesse. Nel modello di *business* di USDC, *Circle* - l'entità che gestisce la *stablecoin* - crea e monetizza prodotti e servizi basati sull'utilizzo e l'adozione di USDC. Secondo il *report* The Block Research (2021), un esempio è la famiglia di servizi di piattaforma lanciata proprio da *Circle*, che include la sezione di pagamenti, Portafogli, *Marketplace* e API¹⁷ per *account* aziendali,

¹⁶ strategia di vendita consistente nel proporre al cliente che ha già acquistato un particolare prodotto o servizio anche l'acquisto di altri prodotti o servizi complementari.

¹⁷ L'acronimo API sta per *Application Programming Interface* e può essere tradotto come interfaccia di programmazione. Come suggerisce il nome italiano, un'API consente ai programmatori esterni di accedere a determinate funzioni. *Un'Application Programming Interface* (interfaccia di programmazione dell'applicazione) è un'interfaccia che collega diversi

l'infrastruttura *blockchain*, la custodia e la gestione delle transazioni. Il suo *business model* si avvicina a quello offerto da piattaforme bancarie di grandi dimensioni monetizzando attraverso le tariffe l'utilizzo delle API e sfruttando la sua infrastruttura esistente per integrare nuove attività nell'ecosistema USDC consentendo alle aziende di offrire direttamente i servizi ai propri consumatori con il minimo attrito.

Acquisizione dati: una piattaforma *stablecoin* affronta un compromesso tra la gestione delle riserve e l'acquisizione dei dati. L'analisi e l'elaborazione di enormi volumi di dati a disposizione delle piattaforme *stablecoin* rappresentano una risorsa importante ed offrono un forte incentivo ad investire nei servizi di pagamento. I dati raccolti attraverso le transazioni degli utenti consentono nuove fonti di guadagno (ad esempio da ricavi pubblicitari). Da una parte, per preservare e aumentare le riserve, la piattaforma fa affidamento su commissioni di transazione e operazioni di mercato aperto per assorbire gli *shock* svalutativi. Dall'altra, per acquisire i dati, la piattaforma deve aumentare il volume delle transazioni riducendo le commissioni (a scapito della conservazione delle riserve o anche offrendo incentivi agli utenti) e mantenere un valore di riscatto stabile delle *stablecoin*.

Secondary token: utilizzati anche per implementare il meccanismo di stabilità, i sistemi di *stablecoin* algoritmici o *on-chain* sono spesso progettati come un modello di *dual-token*, in cui un *token* funge da *stablecoin* mentre l'altro fornisce alcune funzionalità speciali per interagire con il sistema di *stablecoin*. Il secondo *token* è tipicamente progettato per apprezzarsi con l'utilizzo di *stablecoin*. Nel caso di DAI, il *governance token* è necessario anche per chiudere la posizione del *collateralized debt*. Ogni volta che un utente desidera riottenere l'accesso alle sue criptovalute bloccate, deve pagare gli interessi sotto forma di *token* MKR, che successivamente vengono tolti dalla circolazione. L'offerta di *token* MKR diminuisce nel tempo, con il rischio che la minor offerta possa spingere i prezzi al rialzo a fronte dell'aumento della domanda.

Consulenza e servizi complementari: Secondo Paolo Ardoino (CFO *Tether*), *Tether* potrebbe iniziare a offrire servizi di consulenza in quanto diverse entità hanno la necessità di comprendere come gestire la *blockchain*, come viene garantita la sicurezza

programmi per standardizzare la trasmissione dei dati e lo scambio di istruzioni tra le parti del programma.

e come l'infrastruttura è contabilmente configurata (The Block Research, 2021). Altri operatori, come *Paxos Standard* invece, ritengono che ci saranno diversi importanti fornitori di *stablecoin*, integrati da piccole realtà. Sulla base di queste supposizioni, *Paxos*, ritenendo vantaggioso il *network* per la sua crescita, ha sviluppato una strategia *white label* che consente ai suoi *partner* di sviluppare progetti regolamentati dal NYDFS¹⁸ senza dover sviluppare le basi tecnologiche stesse. Per i *partner* che utilizzano *Paxos*, ciò può tradursi in risparmi sui costi e in una riduzione del *time to market*. I *partner white label* includono *Binance*, con la sua *stablecoin* BUSD, e *Huobi*, con la sua *stablecoin* HUSD. A partire da ottobre 2020, l'offerta circolante di BUSD è cresciuta fino a essere maggiore della stessa PAX.

2.5.2 La struttura dei costi

Come per i flussi di entrate, la struttura dei costi di una *stablecoin* differisce a seconda della tipologia della categoria di appartenenza. In particolare, la struttura dei costi dipenderà fortemente dal fatto che l'ente emittente sia regolamentato o meno, comportando costi fissi più o meno elevati. Solitamente pur beneficiando dell'infrastruttura DLT, al fine di eludere i requisiti normativi alcuni emittenti di *stablecoin* hanno sede legale in località *offshore*.

In generale, secondo Lipton et al. (2020) si possono identificare determinate componenti di costo:

in primo luogo, dal punto di vista della conformità possono rendersi necessari vari chiarimenti legali e normativi, soprattutto in chiave *Know Your Customer* (KYC) e nel rispetto dei requisiti antiriciclaggio (AML). A seconda dello stato normativo dell'emittente si può incorrere in costi di licenza necessari per ogni giurisdizione in cui la *stablecoin* sarà resa disponibile.

Seguono poi, i costi riguardanti l'*audit* sia dal punto di vista contabile che della sicurezza. Innanzitutto, quando la *stablecoin* si basa su DLT, è fondamentale incaricare esperti di sicurezza che assicurino la qualità del servizio al fine di garantire il perfetto

¹⁸ The New York Department of Financial Services.

funzionamento dello *Smart contract* e delle chiavi di gestione per regolare l'approvazione in fase di emissione e riscatto delle *stablecoin*. Qualora sia utilizzata una DLT pubblica, i costi di sviluppo comprenderebbero sostanzialmente la creazione dello *Smart contract*, mentre l'integrazione di parti terze non comporterebbe sforzi aggiuntivi. Inoltre, a seconda del contesto normativo, ma anche volontariamente per assicurare gli utenti riguardo la gestione delle riserve, gli *audit* del bilancio possono essere obbligatori. In riferimento alla eventuale gestione delle riserve in valuta fiat o *commodities*, altri costi possono riguardare i servizi bancari cui l'emittente può fare affidamento per immagazzinarle, oppure l'assicurazione per lo stoccaggio.

Capitolo III

La valutazione dei rischi

3.1 Principali vulnerabilità

Sebbene nei precedenti capitoli sia maturato il tema riguardo i potenziali benefici e le possibilità di sviluppo future dell'ecosistema *stablecoin*, la loro attuale implementazione su scala globale è soggetta a critiche acute riguardo l'effettiva stabilità, nonché ai rischi legati a regolamentazione e gestione delle riserve. Le *stablecoin*, infatti, condividono molti dei rischi associati alle criptovalute tradizionali e al fine di tracciarli è fondamentale il tentativo di analizzare con senso critico queste questioni, iniziando necessariamente con l'analisi delle fragilità di queste criptovalute.

È essenziale che gli utenti abbiano la certezza che l'iniziativa e il contesto infrastrutturale siano stabili. A seconda della natura dell'attività che supporta la valuta digitale e di come viene detenuta, la *stablecoin* potrebbe non essere in grado di fornire un valore stabile e garantire la piena rimborsabilità qualora si prefigurasse un rischio di liquidità. Mita et al. (2019) criticano apertamente il mantenimento della riserva di valore di questi progetti, spiegando che non tutte queste realtà sono in grado di conservare il potere d'acquisto; sebbene un beneficio indiretto delle *stablecoin* dovrebbe portare ad una maggiore stabilità delle criptovalute, non ci sono studi empirici che dimostrino sia questo il caso.

Al contrario, le *stablecoin* possono essere un ulteriore conduttore di volatilità a causa delle opportunità di speculazione. Oltretutto, secondo l'*ECB Crypto-Assets Task Force* (2020) il termine *stablecoin* risulterebbe fuorviante e dovrebbe essere sostituito con un nome che non dia false promesse di stabilità. Si rileva che solo le valute digitali adeguatamente create e ben regolamentate possono soddisfare questa definizione. Di per sé una nuova definizione è indispensabile innanzitutto per differenziare le valute digitali della banca centrale (CBDC) e le *stablecoin* private. Una nota riguardo la terminologia è indicata anche dalla *Financial Action Task Force* (2020), la quale ritiene

che il termine *stablecoin* “non sia una chiara categoria giuridica o tecnica, ma è principalmente un termine di *marketing* utilizzato dai promotori di tali monete”.

In termini di adozione diffusa, il superamento di queste sfide riuscirebbe ad aumentare la credibilità di queste iniziative (Jarno & Kołodziejczyk, 2021). Per garantire una funzionalità chiara ed essere adottata dalle aziende, una *stablecoin* deve essere basata su termini legali conformi alla normativa. Proprio per questo, una delle maggiori sfide riguarda la regolamentazione. Attualmente la maggior parte delle proposte *stablecoin* si muove in un quadro di incertezza, poiché le normative esistenti possono affrontare solo alcune delle sfide e dei rischi derivanti da questi progetti, ma la gran parte non è chiaramente coperta dalle leggi. In particolare, secondo Calle & Zalles (2019), le *stablecoin* al momento sono ancora limitate da un approccio immaturo di verifica della controparte, alla *privacy*, alla conformità normativa e dalla mancanza di un processo di *audit* credibile.

A seconda della scala del progetto¹⁹ in essere, il potenziale impatto di una diffusione globale pone svariate minacce alla luce di politica monetaria, tutela dei consumatori e degli investitori, riservatezza e protezione dei dati, stabilità finanziaria, integrità finanziaria (riciclaggio di denaro, finanziamento al terrorismo), evasione fiscale, politiche *antitrust*, sana e prudente *governance* e sovranità monetaria. Si aggiungono poi rischi legati alla sicurezza e integrità delle infrastrutture del mercato finanziario (ad esempio i sistemi di pagamento), alla sicurezza informatiche e altri rischi operativi, nonché alla conservazione delle attività poste a riserva e alle considerazioni sulle risoluzioni e sul ripristino. La sfida e i rischi alla base della sicurezza informatica sembrerebbero essere le frodi, che comprenderebbe il fenomeno del “*double spending*” (doppia spesa) e l’effettuazione di trasferimenti che coinvolgono conti non verificati (BIS, 2018). Inoltre, il FSB (2020) per proteggersi dal rischio che l’infrastruttura sottostante la *stablecoin* possa fallire o essere compromessa, indica che le autorità di regolamentazione potrebbero richiedere agli emittenti di *stablecoin* di eseguire operazioni su reti separate in modo da garantire la funzionalità anche nel caso alcuni nodi di convalida dovessero essere compromessi.

¹⁹ Le iniziative possono essere separate a seconda dell’emittente: iniziative private (come USDT, USDC, DAI) ed iniziative delle Banche Centrali (Jordan, 2019). Le *Global Stablecoins* (GSCs) sono iniziative costruite su una ampia base di clienti esistenti che può avere potenzialmente un’impronta globale (*G7 Working Group on Stablecoins*, 2019).

Il gruppo di lavoro del G7 (2019) ha convenuto che "le possibili iniziative di *stablecoin* e i loro operatori devono soddisfare gli standard più elevati ed essere soggetti a supervisione, e che eventuali lacune normative dovrebbero, in via prioritaria, essere valutate e affrontate". Considerazioni simili sono proposte da *Bank of England* (2020), per la quale l'incertezza sul valore delle *stablecoin* potrebbe dar luogo a rischi per la stabilità finanziaria associati al fallimento operativo o finanziario del sistema di pagamento stesso. Questi potrebbero includere rischi per la capacità degli utenti di gestire la propria liquidità o di adempiere agli obblighi di pagamento, o il rischio che tali fluttuazioni creino inefficienze e causino un crollo della fiducia con potenziali rischi di contagio per il sistema.

Inoltre, nel dicembre 2019, la Commissione europea e il Consiglio dell'Unione europea hanno rilasciato una dichiarazione congiunta non vincolante in cui si sottolinea la necessità di chiarezza giuridica sullo stato degli accordi *stablecoin*, invocando una risposta globale coordinata all'emergere di questo fenomeno, alla luce della mancanza di informazioni complete e adeguate. C'è l'esigenza di identificare e prevenire tutti i tipi di rischi coinvolti affrontandoli adeguatamente prima di avviare qualsiasi iniziativa di *stablecoin* nell'Unione Europea.

Questo dimostra esplicitamente il punto di vista delle autorità dell'UE sulle *stablecoin* e getta le basi per regolamentare lo stato dei progetti in tutta l'UE. Le autorità dell'Unione hanno anche sottolineato che le *stablecoin* presentano opportunità in termini di pagamenti *cross-border* rapidi ed economici e che il crescente interesse per questi strumenti da parte degli operatori di mercato indica alcune carenze dell'attuale sistema di pagamento.

Tuttavia, secondo il *Final Report* del FSB²⁰ (2020) nessuna *stablecoin* operativa esistente sembra aver raggiunto una scala tale da poter comportare rischi per la stabilità finanziaria, ma si sottolinea l'importanza di monitorare gli sviluppi e rimanere vigili sui rischi emergenti (FSB, 2019).

²⁰ Il *Financial Stability Board* (FSB) coordina a livello internazionale il lavoro delle autorità finanziarie nazionali e degli organismi internazionali di definizione degli standard al fine di sviluppare e promuovere l'attuazione di politiche efficaci di regolamentazione, vigilanza e altre politiche del settore finanziario.

3.1.1 Antiriciclaggio e Finanziamento al terrorismo (AML/CFT)

Molti investitori e istituzioni finanziarie sono riluttanti a entrare nel mercato delle *stablecoin* e delle criptovalute in generale, a causa delle preoccupazioni relative a frodi e altre attività criminali. Secondo il comunicato del FATF²¹(2019), le preoccupazioni riguardo le *stablecoin* includono l'adozione da parte del mercato di *asset* virtuali e i trasferimenti di denaro senza la necessità di un intermediario regolamentato. Insieme, questi cambiamenti potrebbero incidere negativamente sulla capacità di rilevare e prevenire il riciclaggio di denaro e il finanziamento del terrorismo.

Nel giugno 2020, il FATF ha introdotto i primi *standard* globali per affrontare i rischi di riciclaggio di denaro (AML) e finanziamento del terrorismo (CFT) delle attività virtuali rilevando molteplici rischi in virtù della potenziale scala globale, del loro anonimato, e stratificazione di fondi illeciti.

Dal *report* – cui seguirà un aggiornamento a giugno 2021 – si segnala che per la natura globale delle risorse virtuali, le entità coinvolte in queste iniziative dovranno seguire obblighi antiriciclaggio per quanto concerne la *due diligence* della clientela, nonché l'identificazione, la gestione e la segnalazione delle transazioni sospette. Inoltre, è essenziale che i paesi implementino questi requisiti rapidamente, in particolare comprendendo i rischi e garantendo un'efficace supervisione del settore.

Il presidente del FATF - in una dichiarazione rivolta ai ministri delle finanze del G20 e ai governatori delle banche centrali – nell'ottobre 2020, ha ulteriormente segnalato l'enorme sfida di fronte al crescente rischio di frodi a causa della pandemia e che le opportunità della trasformazione digitale possono potenzialmente produrre sistemi più efficaci nell'individuazione di attività illecite con il fine di rendere il sistema finanziario più sicuro.

²¹ La Financial Action Task Force (“FAFT”) è stata istituita dal G7 nel 1989 per regolamentare il riciclaggio di denaro. Le leggi AML a livello internazionale seguono generalmente le raccomandazioni della FAFT che cerca di “fissare gli standard e promuovere l'efficace attuazione di misure legali, normative e operative per combattere il riciclaggio di denaro, il finanziamento al terrorismo e altre minacce correlate all'integrità del sistema finanziario internazionale”. Attualmente è composta da 39 membri.

3.2 Decentralizzazione, trasparenza e manipolazione di mercato

Uno dei valori su cui poggia l'etica generale della tecnologia *blockchain* è la decentralizzazione associata ai vari progetti affinché nessuna singola controparte abbia il controllo completo sugli aspetti di gestione di questa infrastruttura, portando con sé trasparenza e immutabilità delle transazioni trasmesse. Se il prezzo delle criptovalute fosse manipolato, ciò minerebbe la promessa di un sistema finanziario decentralizzato libero da influenze centralizzate.

Sfortunatamente, per le *stablecoin* ancorate a valute come il dollaro, spesso esiste un'unica entità o più entità frammentate che controllano e gestiscono l'unità digitale con transazioni e accordi *off-chain*; questo le rende meno affidabili delle riserve in dollari detenute presso le principali banche. Tuttavia, l'obiettivo della criptovaluta è quello di ottenere un intermediario decentralizzato che possa essere regolato in modo automatico e non discrezionale (Mita et al., 2019). Secondo Zhang et al. (2019) questo caso è contrario al principio di decentralizzazione e porta perciò ad escludere le *stablecoin* ancorate a valuta fiat dall'alternativa ideale alla valuta a corso legale. Inoltre, questa considerazione è valida anche per le *stablecoin* garantite da *commodities*.

Un altro fondamentale problema è relativo alla mancanza di trasparenza e alla generale riluttanza delle principali società di revisione nel valutare gli attuali emittenti poiché troppo rischiosi. Secondo Verge (2018) lo stesso *Stuart Hoegner* (consigliere generale di *Tether*), ha ammesso che *Tether* non può essere sottoposta a revisione da parte delle principali società di revisione proprio in ragione del comprensibile rischio cui queste società possono andare incontro dal momento che, in base alla legge statunitense, i revisori dei conti possono essere responsabili di negligenza su accuse di frode. Secondo Calle & Zalles (2019) i metodi per garantire la garanzia e la prova delle riserve rimangono incerti e le relazioni di *audit* che coprono queste informazioni potrebbero non essere legittime. Questi problemi lasciano aperte le questioni riguardanti la custodia e la capacità di dimostrare in ogni momento riserve adeguate. *Stablecoin* centralizzate, gestite da un singolo emittente privato, potrebbero in linea di principio cambiare strategicamente l'offerta di *stablecoin* se tale azione influenzasse i prezzi di altre criptovalute. Sia nella misura in cui si tratti di informazione pubblica, sia che l'informazione sia privata, si verificherebbero importanti effetti distorsivi (Lyons et al.,

2020) con il rischio che informazioni non veritiere potrebbero causare errori di prezzo e disfunzioni di mercato (*G7 Working Group on Stablecoins*, 2019). In questo contesto, le *stablecoin* emesse da Istituzioni finanziarie potrebbero trarne vantaggio poiché già soggette a solide misure di *audit*.

Il caso più eclatante risale al 2019 (De, 2019), quando *Tether* è stato indagato dal Dipartimento di giustizia degli Stati Uniti per potenziale manipolazione del mercato e accusata di aver utilizzato \$ 800 milioni dei fondi a riserva per coprire parzialmente una perdita di \$850 milioni della consociata *Bitfinex* (un *exchange* di criptovalute). È importante sottolineare che l'organizzazione dietro *Tether* condivide la gestione e la proprietà con la società che gestisce *Bitfinex*. Questa relazione solleva un potenziale conflitto di interessi in quanto l'operatore di un *exchange* di criptovalute ha tutto l'interesse a promuovere le transazioni di criptovalute ed inoltre, *Tether* che controlla sia la maggiore *stablecoin* scambiata che un popolare *exchange* di criptovalute, potrebbe avere la motivazione e la capacità di influenzare i prezzi a suo favore.

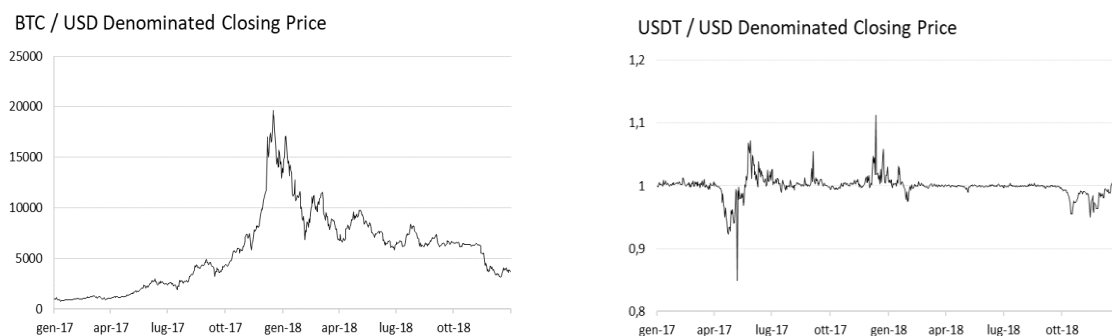
Da ulteriori analisi è poi emerso scetticismo riguardo l'effettivo ancoraggio 1:1 di *Tether*, poiché in un determinato periodo solo il 74% dei fondi emessi erano coperti da riserve in dollari, mentre il resto era garantito da altre attività volatili come il *Bitcoin* e altre criptovalute. Questo ha suscitato diverse controversie, *in primis* per il paradosso di utilizzare il *Bitcoin* quando lo scopo di *Tether* era prevenire questa volatilità, in secondo luogo perché dal punto di vista comunicativo l'utente si aspetta sia mantenuto questo rapporto 1:1 e che ad un suo *token* corrisponda una riserva in dollari mantenuta in qualche banca. Nel febbraio 2021, *Tether* e *Bitfinex* hanno raggiunto un accordo con i regolatori di *New York*, per il pagamento di sanzioni per \$18,5 milioni e l'impossibilità di operare nello stato di *New York* (De, 2021b). Inoltre, recentemente, il 26 marzo 2021, l'emittente ha fornito un *report* sulla trasparenza redatto dalla società contabile *Moore Cayman* in cui conferma che i suoi *token* sarebbero completamente garantiti da riserve: le passività consolidate ammonterebbero a \$35,2 miliardi, mentre gli *asset* consolidati a \$35,3 miliardi.

Secondo Griffin & Shams (2020), *Tether* ha fatto in modo che *Bitfinex* aumentasse l'emissione di *token Tether* durante il 2017 e il 2018 per manipolare artificialmente i mercati del *Bitcoin*, utilizzando *Tether* per acquistare *Bitcoin* nel momento in cui il suo

prezzo stava scendendo. Nel documento, attraverso la mappatura delle transazioni tra le due criptovalute, gli autori sostengono che la metà dell'aumento del prezzo del Bitcoin nel 2017 potrebbe essere ricondotto a questa manipolazione, sottolineando come questi periodi non sono coerenti con la domanda degli investitori e concludendo che i *token* sono stati emessi indipendentemente dagli ordini dei clienti. Questa condotta potrebbe aiutare a spiegare la crescita del *Bitcoin* da meno di \$ 1.000 a gennaio 2017 a un massimo di quasi \$ 20.000 a dicembre dello stesso anno.

Nella figura 6 possiamo osservare come da dicembre, il Bitcoin ha registrato un importante calo, tornando nell'intervallo da \$ 6.000 a \$ 7.000. Inoltre, secondo i dati della società di ricerca *CryptoCompare*, riportati da Kharif (2021) circa il 55% degli acquisti Bitcoin sono condotti attraverso *Tether*.

Figura 6 Confronto tra i prezzi di chiusura BTC e USDT nel periodo 01-01-2017 / 31-12-2018



Fonte Elaborazione personale su dati *CoinMetrics*

Leising et al. (2018) indagano sull'attività di *Tether*, concentrandosi su svariati scambi effettuati su *Kraken* (un altro *exchange*) in un determinato periodo. Il rapporto di *Bloomberg* ha rilevato che molti scambi di *Tether* su *Kraken* erano stranamente specifici. Inoltre, questa indagine ha anche rilevato che in periodi di significativa attività di mercato, il prezzo di *Tether* si muoveva a malapena e non saliva, nonostante i grandi acquisti.

È stato inoltre dimostrato che ci sono diversi *exchange* che utilizzano il *wash-trading* - ovvero la manipolazione di mercato in cui un investitore vende e acquista simultaneamente - per gonfiare i volumi di scambio riportati e dare illusione di liquidità

(*Presentation to the U.S. Securities and Exchange Commission*, 2019). Operazioni altamente specifiche e una mancanza di movimento dei prezzi potrebbero essere indicatori proprio di questa manipolazione. Bisogna però riportare che, seppure gli scambi di criptovaluta operino spesso al di fuori della normativa finanziaria, altre piattaforme hanno misure di salvaguardia per prevenire questo tipo di manipolazione.

Infine, (riportando ancora la notizia ripresa nel capitolo precedente) il rapporto di *CoinMetrics*, ha rivelato che 318 indirizzi con almeno 1 milione di USDT possiedono l'80% dell'attuale offerta della *stablecoin Tether*, dimostrando che solo pochi attori determinano la liquidità e i movimenti dei prezzi, sollevando paure anche per la *governance* stessa di questa entità centralizzata.

Sebbene questi documenti non siano necessariamente risolutivi sulla manipolazione del mercato, ne accertano i segnali d'allarme e forniscono un *focus* critico alle vulnerabilità delle criptovalute. Inoltre, questi rapporti sono indicativi dell'ansia persistente che circonda il mercato delle criptovalute in rapida crescita, ma in gran parte non regolamentato.

3.3 Potenziali Manipolazioni della Governance

Una solida *governance* è una delle peculiarità distintive di un contesto sano, durevole e sostenibile. Man mano che aumentano i partecipanti al sistema, per promuovere la sicurezza e l'efficienza, si dovranno rispettare l'insieme di regole e ideali delineati attraverso la struttura di *governance*. Nel contesto *blockchain* deve essere messa in atto una struttura di incentivi adeguata, con un'ampiezza di misure calcolate. Per raggiungere questo obiettivo, molti ecosistemi *blockchain* scelgono di iniziare in modo più centralizzato, spostandosi nel tempo verso una maggiore decentralizzazione.

Secondo Nakamoto (2008) “la sfida più grande che le nuove *blockchain* devono risolvere non è la velocità o la scalabilità, bensì la *governance*”. L'infrastruttura *blockchain* richiede regole che possono essere applicate non solo in modo decentralizzato, ma anche con la dinamicità e la flessibilità che un contesto in continua evoluzione richiede. La *governance blockchain*, così come inizialmente sviluppata da

Nakamoto risulta in sé insostenibile essendo nella realtà dei fatti simile ai sistemi aziendali, giocando un ruolo fondamentale sull'adeguatezza, sullo sviluppo e l'aggiornamento delle regole tramite combinazioni di “*voice*” o “*exit*”, ovvero di voto o cessione dell'attività *blockchain* (Ferreira et al., 2020). Tuttavia, affinché la *blockchain* sia sicura e mantenga la sua promessa superando le aziende centralizzate, deve sviluppare nuove forme di *governance* “*soft*” decentralizzata che consentano al *network* di evitare disequilibri e che disincentivi ad attaccare il sistema (Arrunada et al., 2018). La *governance* è anche correlata alla stabilità del sistema poiché una struttura di *governance* altamente complessa potrebbe ostacolare il processo decisionale sulla progettazione e lo sviluppo dell'iniziativa oppure potrebbe rallentare le risposte agli incidenti relativi a questioni operative (G7 Working Group on Stablecoins, 2019). Inoltre, i vari progetti che includono fornitori esterni devono garantire che conoscano e controllino i rischi derivanti da queste connessioni.

La questione centrale da porsi è fino a che punto le varie strutture di *governance* allineano gli incentivi con l'obiettivo della stabilità poiché, in un contesto non regolamentato, ci si può aspettare che la *governance* miri a massimizzare i profitti piuttosto che concentrarsi sull'obiettivo. In linea di principio, le riserve dovranno essere superiori al costo di un eventuale attacco.

Nel caso delle *stablecoin*, secondo Klages-Mundt et al. (2020), la potenziale manipolazione di sistema avviene attraverso coloro che decidono i parametri, ovvero i detentori di *governance token*, la società emittente stessa, altri intermediari (*Agent*) nel sistema oppure possono essere algoritmici. Questi attori hanno il compito di gestire i parametri del sistema, come i tassi di interesse, le garanzie, l'aggiornamento dei dati e del sistema, le interruzioni e i meccanismi di protezione in caso di emergenza. In cambio, in genere ricevono come incentivi alcune entrate dalle commissioni dal sistema.

Gu et al. (2020), analizzando il livello di centralizzazione nel sistema di voto, hanno esaminato l'impatto di un attacco che tenta di sfruttare la struttura della *governance* di *MakerDao (MKR)* della *stablecoin* DAI. In questo sistema i titolari di MKR esprimono i loro voti bloccando il loro MKR nel contratto di voto. Le categorie di voto possono essere divise in due categorie:

Governance Polls, dove vengono suggerite più proposte e quella che riceve il maggior numero di voti sarà accettata. Questi sondaggi si verificano *on-chain*, hanno una durata predefinita e vengono utilizzati per misurare il consenso degli elettori MKR, ad esempio il sostegno all'impostazione della commissione di stabilità, oppure, l'attuale sondaggio riguarda la migrazione ad un nuovo contratto di *governance* che impedisca di utilizzare *flashloans* nelle attività di *governance* (vote.makerdao.com, 2021);

Executive Votes, sono voti esecutivi per le modifiche tecniche al protocollo *Maker*, che prevedono una serie di variazioni proposte sugli *smart contract* del protocollo e cambiano lo stato del sistema, come ad esempio la modifica percentuale della commissione di stabilità. A differenza degli altri tipi di voto, gli *Executive Votes* utilizzano un modello di “*Continuous Approval Voting*”, ovvero, non essendoci limiti di tempo, ulteriori proposte concorrenti possono essere presentate in qualsiasi momento, definendo i movimenti della maggioranza. Per annullare un cambiamento di sistema bisogna avanzare una proposta completamente nuova poiché impossibile riattivare la precedente. Una nuova proposta verrà eseguita quando un numero sufficiente di elettori deciderà di trasferire i propri voti dalla vecchia proposta alla nuova.

Per fare un esempio, consideriamo un attacco sferrato attraverso il voto esecutivo. Attualmente esistono all'incirca 950.000 MKR in circolazione (coinmarketcap.com) con un prezzo che ha toccato oramai i \$3500 (figura 7). Dal portale *MakerDao*, possiamo vedere come l'ultimo voto esecutivo sia stato eseguito con 77.859 MKR²². Se l'entità che lancia l'attacco volesse passare un nuovo voto esecutivo, dovrebbe mettere più di 77.859 MKR per garantire che la nuova proposta venga eseguita. Con l'attuale prezzo MKR di circa \$ 3500, il costo di un tale attacco è di \$ 272,5 milioni. Secondo Gu et al. (2020), i più grandi possessori di MKR, le cosiddette “*whales*”, possiedono individualmente rispettivamente 60.000 e 51.291 MKR, mentre tutti gli altri otto più grandi possessori di MKR detengono anche individualmente oltre 10.000 MKR. Le prime due entità da sole potrebbero colludere, come pure le altre entità possono sopraffare la maggioranza degli elettori attraverso questo meccanismo.

²² La proposta riguarda: “*Liquidation 2.0 Contracts, Increase Emergency Shutdown Threshold*”, (vote.makerdao.com)

Figura 7 Prezzo di chiusura \$ MKR



Fonte: Elaborazione personale dati *CoinMetrics*

Ipoteticamente, in questo modo, si potrebbe eleggere un nuovo meccanismo di implementazione dei dati per calcolare il prezzo di riferimento del *collateral*, facendo in modo che l'oracolo utilizzi un prezzo errato per determinare il valore delle CDP, e di conseguenza destabilizzando il valore nominale della *stablecoin* e l'offerta di DAI in circolazione, dando luogo a potenziali opportunità di arbitraggio al fine di manipolare la piattaforma e ledere la sicurezza della rete.

Ad esempio, il 28 ottobre 2019, la *stability fee* di MKR è stata ridotta al 5,5% da una cosiddetta “*whale*” con il 94% di potere di voto, passando da 2489 voti a 44539 voti in poche ore. La realtà ci mostra come il processo decisionale di una realtà così complessa da comprendere tenda a centralizzare le decisioni poiché la stabilità e la sicurezza del sistema dipendono ancora da un piccolo numero di detentori titolari di MKR in grado di indirizzare le decisioni strategiche.

3.3.1 Conflitto di interesse e manipolazione dei dati

Come precedentemente affermato da Griffin & Shams (2020) si potrebbero creare delle opportunità di manipolazione dei prezzi rispetto ad altre criptovalute. Anche secondo il *G7 Working Group on Stablecoins* (2019) la definizione dei prezzi di determinate *stablecoin* non è ancora limpida e dipende dal loro meccanismo di stabilità.

Se l'obiettivo di *pegging* è definito a discrezione dell'emittente, in alcuni progetti l'emittente potrebbe agire da *market maker* ed essere incentivato a manipolare il prezzo proprio vantaggio. Ad esempio, se la *stablecoin* ha una grande *market cap*, il cambiamento del *target* può avere un impatto sul mercato, che può essere vantaggioso per le posizioni esterne detenute dall'emittente (Lyons et al., 2020). I *feed* di dati introducono un problema di incentivi: se l'importazione di dati nel sistema ha un valore X estraibile, per un eventuale attacco spenderà fino a X per manipolare quei dati.

Inoltre, in forma analoga a quello che può accadere con alcuni *exchange* di criptovalute esistenti, gli emittenti di *stablecoin* potrebbero affrontare un conflitto di interessi. Da una parte potrebbero essere incentivati a divulgare informazioni non veritiere sulle loro attività fuorviando intenzionalmente (o involontariamente) i propri clienti sulle funzioni fondamentali che svolgono, come il modo in cui gestiscono gli *asset* garantiti. Queste disinformazioni potrebbero causare prezzi errati e disfunzioni di mercato riguardo il volume delle transazioni nel caso in cui una singola entità svolga più ruoli come *market maker* e piattaforma di *trading*, i rischi e gli effetti della cattiva condotta di mercato in tale entità possono essere amplificati.

I protocolli generalmente coinvolgono diversi gruppi di operatori esterni per gestire le attività. Le *stablecoin on-chain* o algoritmiche richiedono dati sui prezzi degli *asset* in termini di ancoraggio *target*. In questi casi le conversioni tra valuta fiat e criptovaluta non avvengono primariamente *on-chain*, bensì possono avvenire solo *off-chain* tramite un oracolo. Secondo Gu et al. (2020) per una *stablecoin*, "l'oracolo viene utilizzato per approssimare il valore equo del *collateral* sottostante al fine di garantire la collateralizzazione e quindi la stabilità della *stablecoin* nel tempo". Di conseguenza, secondo Klages-Mundt et al. (2020), la *stablecoin* si basa su un meccanismo per importare questi dati nella *blockchain* in modo che siano leggibili dagli *smart contract*, ma la sicurezza di questo metodo rimane una questione aperta in quanto gli oracoli, a differenza dei nodi *blockchain*, sono centralizzati ed esposti a manipolazioni dalla fonte atti a manomettere i dati scelti per estrarre i valori del sistema; inoltre, la correttezza dei dati importati non è oggettivamente verificabile *on-chain*.

La questione di portare i dati da *off-chain* a *on-chain* tramite un oracolo è qualcosa che apre alla possibilità di attacco degli speculatori e la cui presenza influisce

negativamente sul decentramento e sul consenso, generando false informazioni o aspettative eccessivamente positive (Caldarelli, 2020). Secondo un articolo ripreso da Thevenard (2019) gli oracoli possono portare ad incentivi finanziari iniqui per il fornitore, manipolando i *feed* di dati nelle applicazioni in cui gli incentivi finanziari esterni possono più redditizi dei dati forniti in modo corretto.

Un possibile attacco, ad esempio, potrebbe essere prendere una posizione *short* su una *stablecoin* che sta effettivamente scambiando a \$ 1, e attaccare l'oracolo "confondendo" la *blockchain* facendogli credere che sta scambiando a \$ 1,05. A questo punto il protocollo conterà automaticamente più *token* e darà un profitto garantito a scapito di ogni altro possessore di *token*.

È essenziale risolvere il problema prima che queste iniziative vengano implementate poiché le attuali soluzioni centralizzate, per controllare il rischio di attacchi esterni, richiedono troppa fiducia in singole entità e terze parti, mentre le attuali soluzioni decentralizzate richiedono troppa fiducia nella sicurezza del protocollo. Inoltre, gli incentivi sono legati al consenso, la cui correttezza non è oggettivamente verificabile e può essere manipolato. Tuttavia, l'impatto è diverso e dipende strettamente dall'affidabilità del sistema in cui è implementato.

Nel caso di DAI, secondo il *white Paper* sul Protocollo *Maker*, al fine di proteggere il sistema da attacchi per ottenere il controllo della maggioranza si selezionano tra i detentori MKR degli oracoli di emergenza che costituiscono l'ultima difesa contro gli attacchi al processo di *governance* e alla scalabilità degli oracoli. In caso di attacco, si ritarda la trasmissione del prezzo per un'ora, consentendo agli oracoli di emergenza di bloccare un oracolo qualora sia compromesso tramite una chiusura di emergenza che attenua il rischio di liquidità legato alla possibilità che i clienti *Maker* prelevino i propri asset in un breve periodo di tempo.

3.4 Attacchi speculativi a leva finanziaria

Uno dei problemi legati alle *stablecoin on-chain* è il trasferimento del rischio a speculatori che detengono posizioni garantite con leva in criptovalute (Angeris et al.,

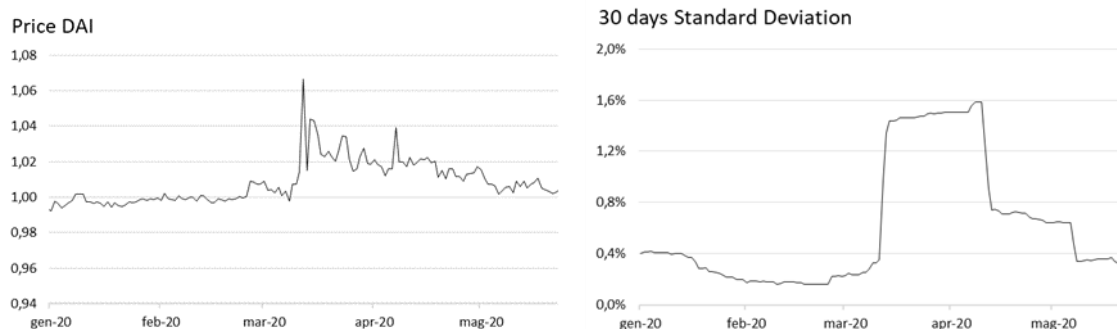
2019). Il 12 marzo 2020 i prezzi delle criptovalute sono scesi di circa il 50% nel corso della giornata. Ciò è stato accompagnato da liquidazioni a cascata su piattaforme di criptovalute a leva finanziaria, comprese sia piattaforme centralizzate come gli *Exchange* sia nuove piattaforme decentralizzate (DeFi). Al fine di comprendere al meglio la vicenda, è necessaria una premessa riguardo al funzionamento delle posizioni di debito di MakerDAO.

MakerDAO tramite la *blockchain Ethereum*, consente di ottenere un prestito di *stablecoin* DAI, mettendo in garanzia la criptovaluta *Ether* (ETH) con l'obbligo di mettere a garanzia un ammontare pari al 150% del prestito cui si avrà accesso. Tutti gli *asset* di collaterale potranno essere utilizzati per generare DAI, attraverso uno *smart contract* denominato *vault*. In linea di principio se il prezzo di ETH sale il sistema potrà disporre di garanzie sufficienti e di un discreto margine di solvibilità, ma se il prezzo scende il protocollo liquiderà i depositi che non soddisfano la soglia di collateralizzazione. A questo punto, L'ETH all'interno di questi *vaults* viene quindi messo all'asta per DAI fino a quando non ci sono abbastanza DAI per rimborsare il prestito, in caso contrario si perderà l'ETH.

Nella giornata del 12 marzo 2020, nel caso di MakerDAO, ci furono diversi problemi da affrontare.

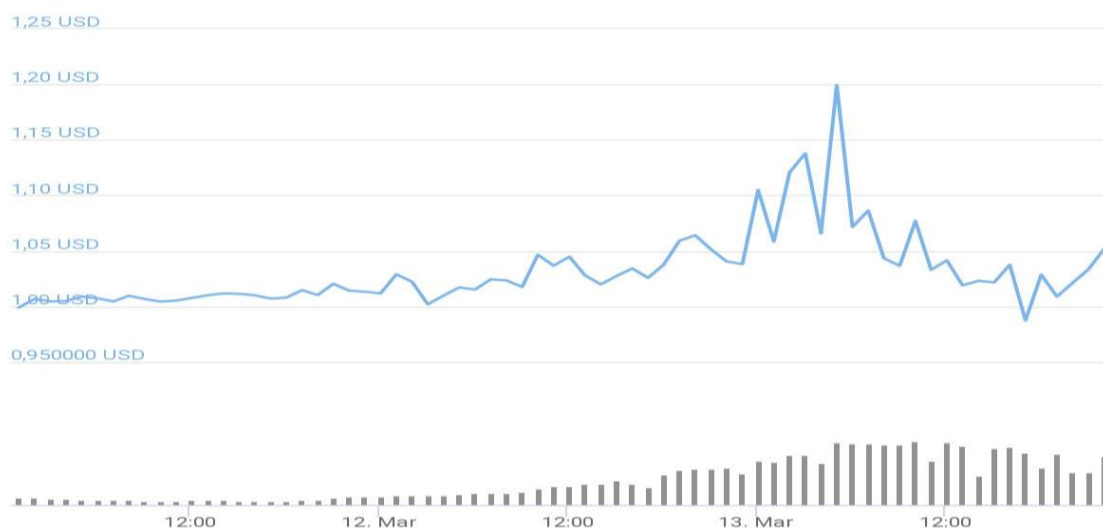
Il primo problema ha riguardato il *feed* di prezzo dell'oracolo che non è stato aggiornato con la conseguenza che il prezzo *on-chain* era superiore al prezzo di scambio reale. Ciò ha innescato un'elevata volatilità (figura 8) dell'*asset* "stabile", portando il prezzo di DAI a salire fino a circa \$1,20 (figura 9) e una rottura del processo di liquidazione delle garanzie causando incentivi per i *miner* e mettendo a rischio il consenso *blockchain* (Klages-Mundt et al., 2021).

Figura 8 Prezzo e *standard deviation* DAI



Fonte: Elaborazione personale dati *Coinmetrics*

Figura 9 *Price Chart* DAI 24h



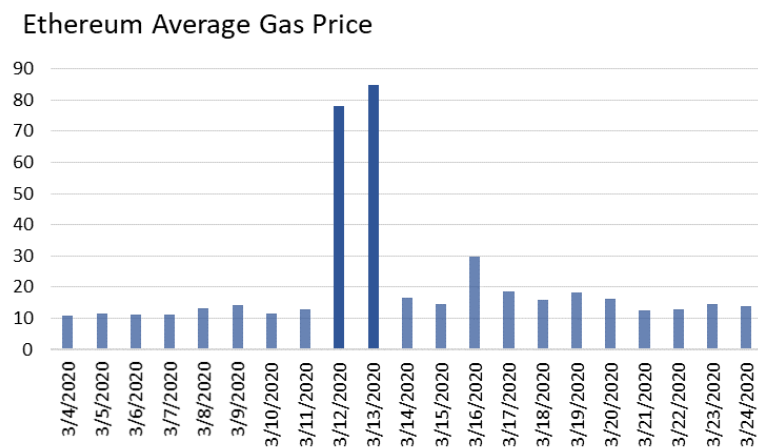
Fonte Grafico fornito da *CoinGecko*

Inoltre, si innescò il meccanismo di liquidazione a causa del rapporto di collateralizzazione sceso al di sotto del 150% in ragione del crollo di *Ether* di circa il 30%. Nel processo di liquidazione dei *vaults* gli utenti nel sistema, chiamati “*Keepers*²³” fanno un’offerta per questa garanzia ETH. L’offerta vincente viene pagata in DAI, che viene quindi utilizzato per rimborsare il debito di *vault* liquidato. Il DAI raccolto viene quindi bruciato, il debito viene cancellato e qualsiasi ETH rimanente viene restituito al

²³ Operatore esterno indipendente (in genere un *bot*) incentivato da opportunità di arbitraggio a fornire liquidità contribuendo a mantenere il prezzo target di DAI partecipando alle aste di debito e alle aste di collaterale quando vengono liquidati questi assets con una serie di operazioni fisse (MakerDAO).

proprietario del *vault*. Dalla figura 10, possiamo vedere come queste liquidazioni hanno provocato un massiccio aumento dei prezzi del *gas* e una congestione della rete *blockchain* (*Ethereum*).

Figura 10 Gas Price in GWEI



Fonte: Elaborazione personale su dati *Etherscan*

Sulla base di questa congestione la *stablecoin* DAI, è entrata in una spirale deflazionistica di riduzione della leva finanziaria e molti *keepers* hanno interrotto la loro attività in rete per l'impossibilità di effettuare transazioni. Inoltre, i *miner* hanno dato la precedenza a transazioni con *gas fees* più elevate, rallentando le normali transazioni di oltre un'ora prima dell'inserimento nel blocco DLT.

A causa dell'illiquidità del mercato, questo contesto caotico ha avvantaggiato un solo *Keeper*, che ha innescato le liquidazioni di *vault* risultando l'unico offerente per la garanzia ETH. In questa situazione, senza concorrenza, il *keeper* ha offerto DAI per un importo prossimo allo zero, ricevendo ETH per \$4,5 milioni da *Maker*, creando una passività di oltre \$4 milioni al sistema. La stessa piattaforma non ha prove sufficienti per affermare se questa situazione sia il risultato di un attacco speculativo o un *hackeraggio* (blog.makerdao.com, 2020).

Di conseguenza, il sistema ha sviluppato una carenza di garanzie collaterali, che ha provocato una risposta di emergenza, compensata vendendo nuovi *token* per ricapitalizzare. DAI, in quel periodo, è diventato un *asset* molto più rischioso e più volatile, ma scambiato a un premio elevato. Gli speculatori in posizione di leva finanziaria, che devono riacquistare DAI al fine di ridurre le proprie posizioni, stavano

esaurendo la liquidità della *stablecoin*, facendone salire il prezzo e successivamente aumentando il costo del *deleveraging* futuro. In conclusione, è stato necessario introdurre un nuovo *asset* esogeno stabile, la *stablecoin* USDC, sostenuta dal dollaro, come nuovo tipo di garanzia per stabilizzare il sistema (Foxley, 2020a).

3.5 Il *MEV* e il ruolo dell'arbitraggio

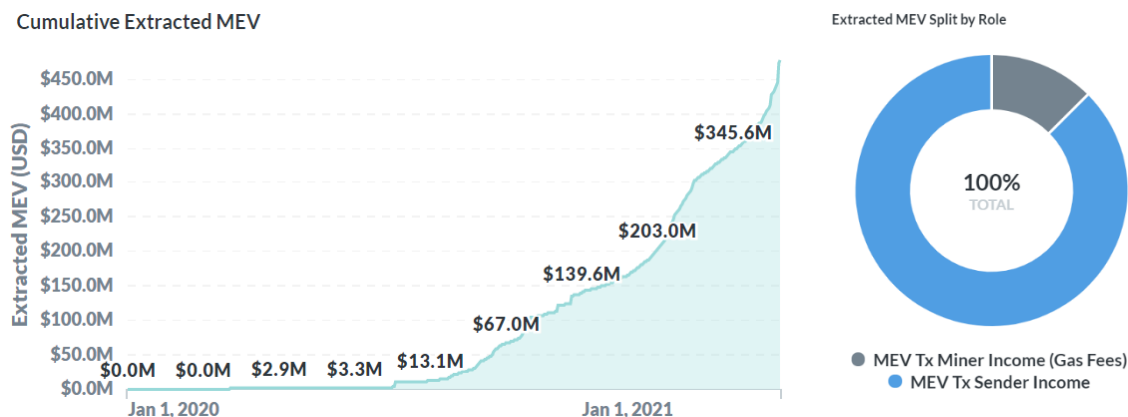
Come citato nel paragrafo precedente, anche nel contesto delle *stablecoin on-chain*, come per le criptovalute tradizionali, la *blockchain* è gestita da un insieme di *miner*, i cui attacchi rappresentano un rischio per stabilità della *stablecoin*. Un esempio sono possibili attacchi specializzati che sfruttano eventi di *deleveraging* e liquidazioni di *stablecoin*, come nel caso di *MakerDAI*. In linea di principio, la sicurezza e l'affidabilità della *blockchain* dipendono dal presupposto che vi sia un processo di validazione onesto in cui i *miner* garantiscono le transazioni, inserendole correttamente nella stessa posizione del *ledger*.

Tuttavia, le riduzioni delle commissioni di transazione per l'inclusione delle stesse, nonché la diminuzione dei cosiddetti "*block rewards*" per l'estensione del *ledger* con nuovi blocchi, hanno spinto i *miner* a trovare una ulteriore opportunità di profitto.

All'interno dell'infrastruttura *Ethereum*, quando si parla di *Miner Extractable Value* (MEV), oppure di *Maximum Extractable Value*, ci si riferisce a numerose strategie – non sempre oneste - per garantirsi un profitto in termini di arbitraggio. I profitti - la cui quantificazione viene mostrata nella figura 11 - in questo caso derivano arbitrariamente dal riordino o dall'inserimento delle transazioni, nonché dalla possibilità di censurarne alcune all'interno di un blocco in produzione. Questo può avvenire sia nel blocco da estrarre (*front running*) che nei blocchi precedenti (*back running*), poiché un *miner*, avendo pieno controllo del *ledger*, potrebbe sempre scegliere di estrarre nuovamente un blocco precedente per modificare la struttura della transazione. Daian et al. (2019) ne hanno per primi evidenziato il pericolo sostenendo che operazioni di questo tipo hanno un grande potenziale di generare profitto e possono costituire una seria minaccia

all'infrastruttura *Ethereum*. Dalla *dashboard* del gruppo di ricerca Flashbots²⁴ di *Mev-Explore* è possibile seguire direttamente il volume di estrazioni da *Ethereum*, che da gennaio 2020 a maggio 2021 hanno raggiunto i \$481,5M, con estrazioni 24h in media di \$4,3M.

Figura 11: La crescita esponenziale dei profitti derivanti da MEV



Fonte: flashbots.net

Il termine MEV può essere fuorviante in quanto si potrebbe presumere che siano i *miner* ad estrarre questo valore. In realtà, secondo Breidenbach et al. (2021), la maggior parte dei profitti da MEV sono estratti da *bot* terzi che manipolano l'ordine della loro transazione all'interno di un blocco modificando la commissione di transazione che pagano ai *miner*. Il che significa che questo valore può essere estratto anche dai *miner* che ordinano le transazioni in base ai prezzi del *gas* più alti, beneficiando indirettamente di opportunità di arbitraggio non colte da loro e guadagnando dalle commissioni di transazioni più alte.

Per quanto riguarda le *stablecoin* supportate da garanzie in dollari, un investitore può guadagnare attraverso il divario tra il tasso di mercato degli *exchange* e il tasso a cui *Tether* acquista e vende il suo *token*, ovvero alla pari. L'arbitraggio avviene quando il prezzo in USD della criptovaluta supera la parità, incentivando gli investitori a depositare dollari per creare nuovi *token stablecoin* e vendendoli poi sul mercato.

²⁴Flashbots è un'organizzazione di ricerca e sviluppo formata per mitigare le esternalità negative e i rischi sistemici posti dal MEV alle blockchain. MEV-Explore è nato proprio per aiutare a ridurre l'asimmetria informativa facendo luce sulle attività di MEV.

Lyons & Viswanath-Natraj (2020), attraverso i dati delle transazioni su diversi *exchange*, hanno scoperto che l'introduzione di *Tether* nella *blockchain Ethereum* (2019) coincide con una diminuzione delle operazioni medie di arbitraggio dimostrando che questi flussi sul mercato secondario hanno un impatto stabilizzante sul prezzo di *Tether (USDT)* più di quanto messo in atto attraverso la stabilizzazione dal lato dell'offerta con l'emissione di nuovi *token*.

Secondo gli autori per illustrare come l'arbitraggio mantiene l'ancoraggio, si suppone che il prezzo *USDT/USD* nel mercato scenda al di sotto dell'ancoraggio a 1. Gli investitori privati possono acquistare *USDT* a quel prezzo e venderli alla società *Tether* al tasso di 1 *USDT / USD*, implicando una riduzione del circolante. Entrambe le fasi di questo arbitraggio esercitano una pressione endogena al rialzo sul prezzo *USDT* verso la parità 1:1. Se in alternativa il prezzo di *USDT/USD* sale sopra 1, gli investitori privati possono vendere *USD* a *Tether*, ottenendo in cambio *USDT* a 1, che poi venderanno sul mercato ad un tasso più elevato. In questo caso si esercita una pressione a ribasso sul prezzo di mercato verso la parità.

Capitolo IV

L'implementazione dei pagamenti digitali

4.1 Il cambiamento nel sistema dei pagamenti

L'emergere di nuove forme di moneta e pagamento - come le *stablecoin* – sembrano essere la naturale evoluzione dell'esigenza degli utenti nel cercare nuove iniziative più pratiche ed efficaci che portino ad una migliore esperienza e ad un più ampio accesso ai servizi finanziari. Nel contesto della digitalizzazione, gli ultimi anni hanno mostrato come società *fintech* abbiano sfruttato gli ultimi progressi della *blockchain* per fornire nuovi servizi di credito, di pagamento e di investimento. La crescente economia dei servizi decentralizzati, così come gli atteggiamenti sociali in evoluzione, stanno guidando gli sforzi nel cercare di costruire nuove forme di denaro più decentralizzate. Questi offrono transazioni *peer-to-peer* e interfacce di facile utilizzo integrate con i *social network* (Mancini-Griffoli et al., 2018). I pagamenti di fatto sono sempre più deviati verso soluzioni gestite da privati. Da una parte, iniziative meno volatili potrebbero quindi essere maggiormente in grado di contribuire al miglioramento dei sistemi di pagamento, con una portata potenzialmente globale, in particolare se sponsorizzati da grandi società tecnologiche o finanziarie.

Dall'altra, in accordo con il *Final Report* del FSB (2020), iniziative come le *stablecoin* potrebbero condividere dei principi dei sistemi di pagamento o dei prodotti finanziari - come depositi passivi o titoli – ed essere soggetti agli stessi rischi, se non superiori. A seconda del modello di stabilità si troveranno diverse funzioni e attività che potranno essere fornite da una o più entità. In genere le tre funzioni principali includono (G7, 2020):

- l'emissione, il rimborso e la stabilizzazione della moneta;
- il trasferimento della moneta;
- l'interazione con gli utenti per l'archiviazione e lo scambio di moneta;

L'impatto delle valute digitali nella trasformazione dell'ecosistema dei pagamenti esistenti, in termini di velocità, mitigazione del rischio e gestione della liquidità può

cambiare il ruolo del sistema bancario tradizionale, il quale dovrà cercare di adattarsi al panorama in evoluzione, soddisfacendo le richieste dei clienti.

Come precedentemente discusso, l'emissione di *stablecoin* pone potenziali rischi che vanno oltre quelli solitamente associati ai sistemi di pagamento esistenti (*Bank of England*, 2019). Inoltre, l'eventuale ampiezza globale di alcune iniziative può alterare sia il panorama dei pagamenti internazionali - con trasferimenti *cross-border* relativamente lenti e costosi - sia un mercato europeo frammentato dei pagamenti al dettaglio, offrendo alle *stablecoin* l'opportunità di soddisfare la domanda degli utenti in termini di velocità, accessibilità, accesso o convenienza e in termini di anonimato. In questo, gli emittenti di *stablecoin* dovrebbero dimostrare chiaramente come viene assicurata la tutela del consumatore. Inoltre, secondo Beau (2020) le *stablecoin* potrebbero aiutare a porre rimedio ad altri limiti dell'ecosistema dei pagamenti esistente, anche se le questioni in gioco potrebbero concretamente variare tra paesi sviluppati e paesi in via di sviluppo. Ad esempio, iniziative come *Diem* di *Facebook* potrebbero sfruttare le informazioni sulle piattaforme esistenti per massimizzare la comodità dell'utente e accelerare l'adozione attraverso incentivi. Ciò potrebbe incidere sulla parità di condizioni nei servizi di pagamento e contribuire ad aumentare la dipendenza del sistema bancario dagli attori globali nel settore dei pagamenti. Inoltre, a causa della loro presunta stabilità, le *stablecoin* potrebbero potenzialmente avere un grande valore come mezzo di scambio, che tradizionalmente si associa all'attività della banca centrale. In questo, si potrebbe utilizzare la tecnologia per incorporare valute legali allo stesso modo, ad esempio con l'emissione delle valute digitali della banca centrale (CBDC).

4.2 La risposta delle Banche Centrali

Le *stablecoin* saranno ampiamente adottate solo se saranno in grado di fornire funzionalità e vantaggi in termini di efficienza rispetto ai sistemi di pagamento esistenti, ma la competizione con le valute ufficiali della banca centrale preoccupa i regolatori. Gli attori privati, al di fuori della supervisione delle autorità finanziarie europee, comprese le grandi aziende tecnologiche, stanno sviluppando soluzioni di pagamento non denominate in euro (come le *stablecoin*) che potrebbero raggiungere un'impronta globale e diventare ampiamente utilizzate per i pagamenti al dettaglio europei; questo

scenario ha accelerato il dibattito pubblico per identificare strategie in risposta a queste iniziative il cui ulteriore sviluppo favorirebbe l'innovazione, ma potrebbero anche minacciare la sovranità finanziaria, economica e, in definitiva, politica europea.

Le esigenze in evoluzione dei mercati finanziari e le preoccupazioni riguardo l'influenza delle criptovalute nel minare il ruolo guida delle banche centrali nell'attuare le politiche monetarie perseguendo la stabilità, ha portato fin dal 2014, a valutare l'emissione delle valute digitali della banca centrale (CBDC). La ECB, che sta lavorando alla versione dell'euro digitale, ritiene che gli emittenti di *stablecoin* dovrebbero essere soggetti a "rigorosi requisiti di liquidità" simili a quelli applicati ai fondi del mercato monetario, comprese significative riserve di liquidità, per aiutarli a sopportare i grandi deflussi dei clienti. Inoltre, dovrebbero almeno "concedere agli utenti finali un diritto diretto sull'emittente, sulle attività di riserva e sui diritti di riscatto".

Secondo ECB (2020) il termine euro digitale denota "una passività dell'Eurosistema registrata in forma digitale come complemento al contante e ai depositi della banca centrale". Sempre secondo il *report*, non esiste un quadro affidabile che sostenga il valore delle criptovalute e ne protegga i detentori; il fatto che questi beni non siano regolamentati comporta rischi elevati per gli utenti. L'euro digitale, con la caratteristica di essere una passività esente da rischi della banca centrale, lo rende fortemente diverso dalle criptovalute tradizionali e *stablecoin*. Di fatto, il mantenere un valore stabile nel tempo può essere garantito solo da una moneta emessa dalla banca centrale, che sarebbe solo un modo per fornire euro, non una valuta parallela. In questo è garantita la convertibilità alla pari con altre forme di euro, come banconote, riserve della banca centrale e depositi delle banche commerciali.

La CBDC potrebbe essere in grado di fornire servizi di pagamento migliori, supportati da moneta della banca centrale priva di rischi, e ridurre la domanda di nuovi strumenti emessi da privati. Inoltre, ci potrebbero essere benefici legati all'inclusione finanziaria, oltre a perseguire gli obiettivi di politica monetaria e stabilità finanziaria. Tuttavia, la disponibilità di queste valute digitali 24 ore al giorno, 7 giorni su 7, ha il potenziale per disintermediare il ruolo delle banche commerciale che agiscono come intermediari.

Secondo Mancini-Griffoli et al. (2018), la banca centrale può anche tenere conto dei rischi di attività fraudolenta associati al completo anonimato e scegliere di offrire il pieno

anonimato solo con limiti rigorosi. Inoltre, simili ad altre passività della banca centrale, i CBDC possono anche pagare interessi positivi e negativi, e questo è importante per fungere da riserva di valore.

Non solo la banca centrale europea, ma anche molte banche centrali estere stanno valutando la possibilità di emettere una propria CBDC, che potrebbe potenzialmente essere messa a disposizione anche dei cittadini europei (Auer et al., 2020). Secondo ECB (2020) ciò potrebbe causare la sostituzione della valuta nonché un aumento del rischio di cambio nell'economia dell'area dell'euro. Il *whitepaper* di *Libra* (2020) ha inoltre suggerito che le CBDC potrebbero essere rese disponibili anche tramite le loro infrastrutture private.

Sebbene condizioni economiche, obiettivi e requisiti distinti tra le giurisdizioni influiranno sulla progettazione della CBDC, un sistema CBDC generalmente si discosta dalla dipendenza dei sistemi legali contemporanei dalla banca commerciale. Inoltre, una CBDC colmerebbe il divario esistente che separa l'economia reale e quella digitale e la moneta fiat e la valuta digitale; questo è lo scopo per cui nascono le *stablecoin*.

4.3 Il potenziale impatto sul sistema bancario

Nel più ampio accesso ai servizi finanziari conseguenti al miglioramento dell'esperienza *blockchain*, vanno prese in considerazione anche le ripercussioni delle *stablecoin* sulla disintermediazione del settore bancario tradizionale. Sforzi significativi possono essere attuati per assorbire queste innovazioni e portare anche a scenari alternativi, compresa la non interruzione delle banche centrali nei confronti delle criptovalute, in particolare delle *stablecoin*. Questo non sarebbe inaspettato, soprattutto tenendo conto di un antecedente come l'innovazione *fintech* in cui molte istituzioni finanziarie consolidate operanti nel settore bancario e finanziario hanno messo in atto sforzi significativi che hanno portato ad interiorizzare tali innovazioni con cambiamenti dei modelli di *business* e nei servizi offerti che riflettono le nuove condizioni. Tuttavia, risulta improbabile una soluzione ibrida, ovvero una coesistenza tra *stablecoin* e moneta digitale poiché l'emittente privato si troverebbe a competere con la credibilità della banca

centrale. Secondo Kahn (2018), se i consumatori passassero dai depositi dei conti correnti alle *stablecoin*, i prestiti bancari tradizionali potrebbero diventare più costosi. Inoltre, poiché il sistema finanziario è prevalentemente basato sulle banche, i cambiamenti nella composizione e nella solidità dei bilanci bancari potrebbero influenzare la trasmissione della politica monetaria. Considerazioni simili sono riportate da ECB (2020) che, tra i possibili scenari, segnalano che un ipotetico uso significativo di *stablecoin* come riserva di valore potrebbe influenzare la stabilità e il costo del finanziamento dei depositi bancari, ponendo una sfida alla capacità di intermediazione bancaria. Inoltre, un significativo utilizzo delle *stablecoin* come metodo di pagamento potrebbe ridurre le commissioni delle banche intaccandone la redditività, anche se probabilmente non influenzando in modo significativo le loro condizioni di finanziamento. In un ulteriore scenario, le banche potrebbero dover passare dai depositi a fonti di finanziamento più costose, aumentando così potenzialmente il costo del credito.

Secondo Brainard (2019) una migrazione diffusa verso una o più *stablecoin* globali potrebbe disintermediare il ruolo delle banche nei pagamenti. Se i consumatori e le imprese riducessero i loro depositi presso le banche commerciali a favore di *stablecoin* conservate in portafogli digitali, ciò potrebbe ridurre le fonti di finanziamento stabile delle banche, nonché la loro visibilità sui dati delle transazioni, e quindi ostacolare la capacità della banca di fornire credito ad imprese e famiglie. Tuttavia, è probabile che molte banche si adattino offrendo metodi alternativi di regolamento *peer-to-peer* e incorporando le *stablecoin* nei loro modelli di *business*, sia collaborando con società *fintech* che emettono *stablecoin* o emettendo le proprie, come nel caso di JP Morgan.

Malloy & Lowe (2021), considerando il contesto USA, affermano che l'impatto di una *global stablecoin* sulla dimensione e composizione dei bilanci delle banche commerciali statunitensi dipende dallo scenario specifico. In generale, nei tre scenari ipotizzati, viene evidenziata la probabile tendenza nello spostamento dei depositi dalle banche più piccole, mentre il bilancio della *Federal Reserve* e il sistema bancario dovrebbero rimanere invariati con cambiamenti modesti. Gli effetti di queste implicazioni potrebbero tradursi in una maggiore redditività delle banche più significative a scapito delle banche più piccole, o una quota ridotta delle banche più piccole in percentuale alle attività nel settore bancario. Se quest'ultimo dovesse verificarsi, ciò potrebbe tradursi in

una quota maggiore delle riserve della banca centrale detenuta dalle banche più significative per riflettere questo spostamento. Gli effetti distributivi sulle banche più piccole sarebbero determinati in parte da quali tipi di clienti (geograficamente, demograficamente) hanno la più alta domanda per *stablecoin* e quali sono le loro relazioni bancarie esistenti. Inoltre, il ritmo di adozione di questi progetti è una dimensione importante che influenzerebbe la capacità delle banche non depositarie di resistere alla transizione.

A differenza del dibattito sul potenziale ruolo di disintermediazione del mondo bancario e le preoccupazioni sui depositi esposti nel contesto europeo, gli autori ritengono più probabile che l'adozione diffusa di una *global stablecoin* ridistribuisca la liquidità nel sistema bancario statunitense, piuttosto che modificare materialmente le dimensioni del settore bancario con la possibilità che le banche più grandi possano trovarsi in una posizione di finanziamento più vantaggiosa rispetto alle banche più piccole, in termini di trattenere o addirittura attrarre depositi. Tuttavia, i tipi di spostamento nel bilancio della *Federal Reserve* e nella domanda di riserve qui descritti sarebbero probabilmente di una grandezza che rientra nell'intervallo di variazione che è stato osservato negli ultimi anni da altri fenomeni esogeni, e pertanto è improbabile che si traducano in sfide significative nell'attuazione della politica monetaria.

Pertanto, all'interno degli scenari delineati, l'adozione di una *global stablecoin* potrebbe esercitare pressioni sui prezzi e sui tassi di interesse in specifici mercati di attività, ma non determinerebbe una variazione uniforme e su vasta scala dei prezzi e dei tassi di interesse in tutti i mercati di attività sicure in dollari USA.

Una *global stablecoin* probabilmente non offrirebbe l'assicurazione sui depositi che è ampiamente disponibile per i clienti fiat. In ragione di ciò un investitore in *stablecoin* dovrebbe prendere in considerazione qualsiasi rischio associato alle attività che sostengono il *token*. Il rischio diverso da zero associato alla detenzione della *stablecoin* lo distinguerebbe da una valuta digitale della banca centrale (CBDC) e lo renderebbe meno attraente come riserva di valore o come destinazione per afflussi di rifugio sicuro durante una crisi.

In un contesto regolamentato, anche l'emissione significativa di CBDC avrebbe implicazioni per la struttura dei mercati dei pagamenti e dei finanziamenti, colpendo anche banche e società con un grande impatto sui modelli di intermediazione finanziaria. Secondo Auer et al. (2020) nella maggior parte dei progetti, una CBDC sarebbe un credito diretto nei confronti della banca centrale in questione.

Inoltre, nella misura in cui una CBDC dovesse aprire ulteriormente a soggetti non bancari (ad esempio come auspicato da *Libra* nel suo *whitepaper* del 2020), le banche commerciali vedrebbero i loro flussi di reddito legati ai pagamenti erosi dall'aumento della concorrenza. Minori entrate potrebbero indurre alcune banche ad aumentare gli *spread* e ad aumentare le commissioni di transazione al fine di mantenere la redditività. Se la liquidità nei mercati finanziari dovesse diminuire e gli *spread* dovessero aumentare, potrebbero esserci ripercussioni negative per l'economia. Più in generale, le implicazioni di una contrazione dei bilanci e dell'attività delle banche commerciali sono molto difficili da valutare e richiedono ulteriori analisi.

Sebbene tali sviluppi possano essere lontani, a causa delle numerose sfide legali e tecniche coinvolte, le autorità centrali prestano attenzione anche a questo aspetto, poiché potrebbero verificarsi conseguenze indirette o non intenzionali.

Capitolo V

Il contesto dell'analisi empirica

5.1 Introduzione *stablecoin* oggetto d'indagine

Il seguente capitolo fornisce una sintetica descrizione preliminare delle *stablecoin* incluse nell'analisi del capitolo successivo e ne delinea alcuni aspetti interessanti che ne hanno determinato la scelta.

5.1.1 *Tether (USDT)*

Tether è nata come la prima *stablecoin off-chain* il cui valore è ancorato e garantito dal dollaro USA, dall'Euro e dallo *Yen* e creata con lo scopo di risultare stabile in tutte le condizioni di mercato, riducendo la volatilità che caratterizza le criptovalute tradizionali. *Tether* è al momento di gran lunga la maggiore *stablecoin* per capitalizzazione di mercato, con una crescita che a marzo 2021 sfiora i 50 miliardi di dollari. Inoltre, oltre il 50% di tutto il *trading* di Bitcoin viene condotto attraverso USDT, consentendo alla *stablecoin* di essere una delle principali fonti di liquidità per il mercato di criptovalute (cryptocompare.com, 2021)²⁵.

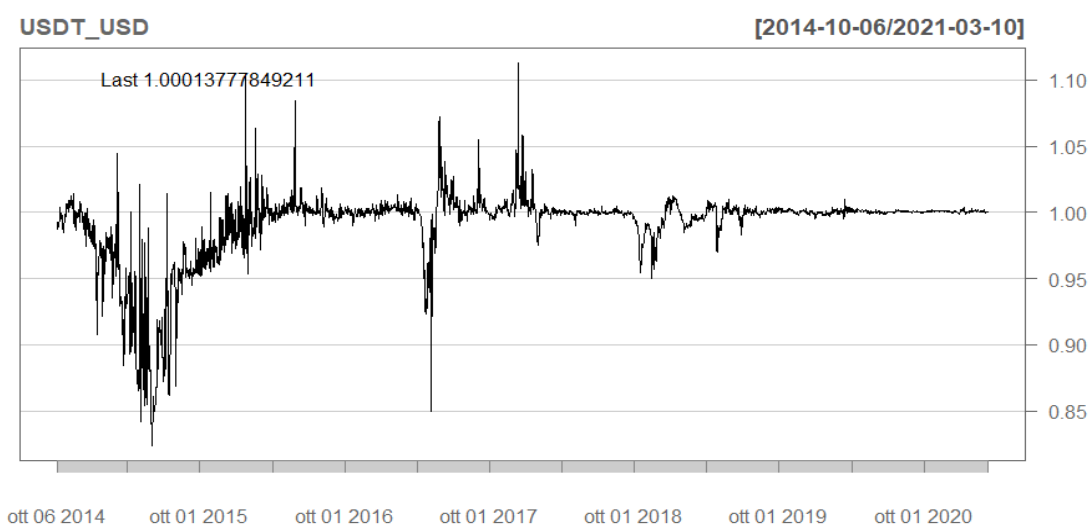
Il progetto - all'epoca noto come *Realcoin* - è stato lanciato nel 2014 con l'idea di creare una criptovaluta stabile che potesse essere utilizzata in modo sostitutivo rispetto al dollaro attraverso l'infrastruttura *blockchain*, senza fare affidamento su un intermediario regolamentato. Secondo The Block Research (2021) il vantaggio principale di *Tether* è di offrire una certa stabilità, consentendo ai *traders* di acquistare altre criptovalute e spostare il denaro pur rimanendo nell'ecosistema *blockchain*. La relativa stabilità potrebbe rendere USDT un rifugio sicuro per gli investitori poiché durante i periodi di elevata volatilità, possono spostare i loro portafogli in *Tether* senza dover incassare completamente in dollari. Inoltre, fornisce liquidità alle piattaforme di

²⁵ <https://www.cryptocompare.com/coins/btc/analysis/USDT>

scambio delle criptovalute che non possono trattare in dollari e con le banche (come, ad esempio, il caso di *Bitfinex*), consentendo di aggirare il divieto.

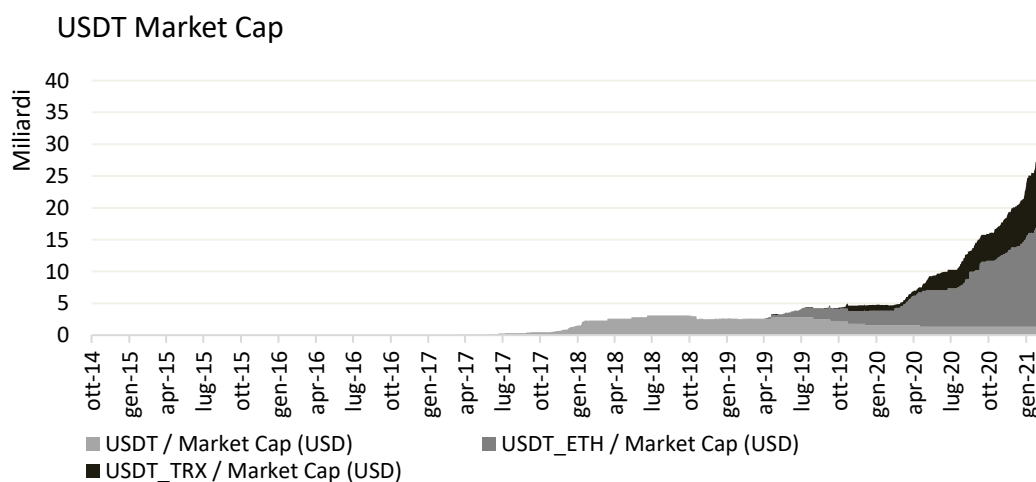
Secondo *Tether*, ogni volta che la società emette nuovi *token* USDT, alloca la stessa quantità di USD alle sue riserve, assicurando così che USDT sia completamente garantito da riserve in dollari. Tuttavia, le vicende giudiziarie e la scarsa trasparenza che caratterizzano questa società, ne hanno più volte contestato le affermazioni, in particolare riguardo l'effettiva copertura al 100% delle sue riserve in dollari, nonché altri rischi relativi all'insolvenza della controparte. Le figure 12 e 13 ne riassumono il prezzo di chiusura e la capitalizzazione di mercato.

Figura 12 Prezzo di chiusura *Tether*[USDT] dal suo rilascio ufficiale.



Fonte: Elaborazione personale su dati *CoinMetrics*

Figura 13 Market Cap *Tether*[USDT] nelle *blockchain* di riferimento



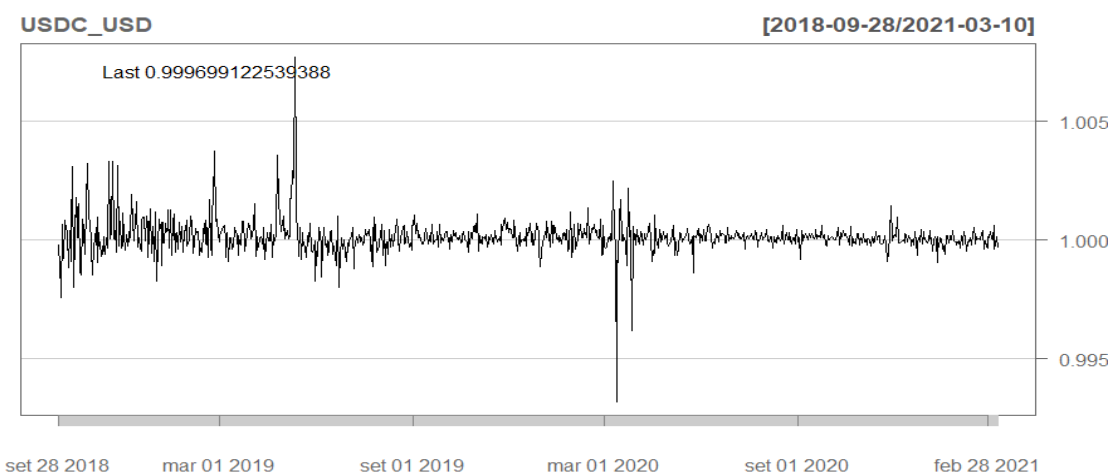
Fonte: Elaborazione personale su dati *Coinmetrics*

5.1.2 USD Coin (USDC)

USDC è una *stablecoin off-chain* garantita dal dollaro con rapporto 1:1 e scambiata su *Ethereum*. I depositi sono garantiti da riserve presso istituti finanziari e sono verificati da una società di *audit*. Il progetto è stato lanciato a settembre 2018 alla luce di una collaborazione tra l'*exchange* di criptovalute *Coinbase* e la società *Circle* con la visione di abilitare un sistema finanziario globale aperto con uno strumento stabile su *blockchain*. Ad oggi, USDC risulta la seconda *stablecoin* più grande per capitalizzazione di mercato. Come indicato nel *white paper* di Centre (2018), i clienti devono soddisfare i requisiti *Know-Your-Customer* (KYC) prima di poter depositare denaro fiat in cambio di *token*. Questo può essere fatto tramite l'applicazione *web* ufficiale, che è gestita dalla stessa *Circle*, o tramite un *partner* autorizzato per l'emissione di *token*. Ciò significa che ogni volta che qualcuno richiede la *stablecoin*, i *token* vengono emessi dall'emittente o prelevati dalle sue riserve. Lo stesso vale per il processo di riscatto: quando i *token* vengono riscattati, vengono rimossi dalla circolazione.

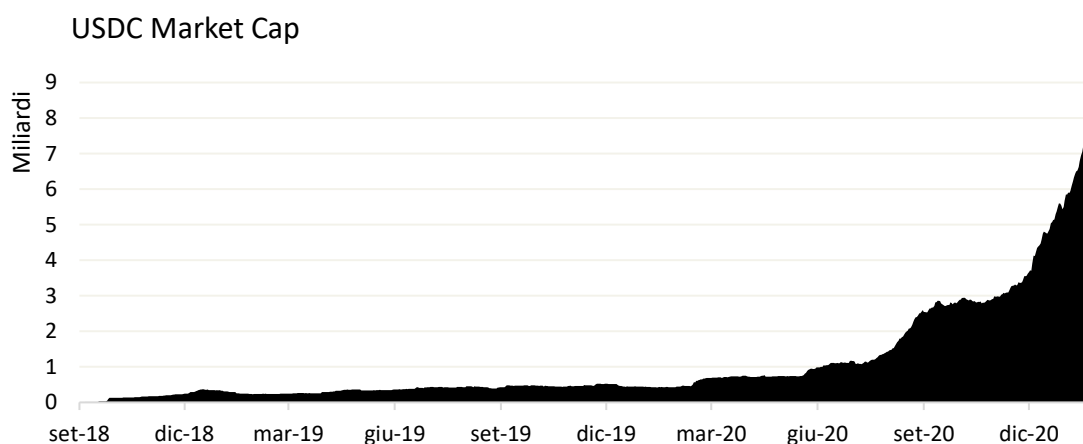
Secondo The Block Research (2021) la combinazione di essere scambiate sia su *Coinbase* che su *Binance* ha aiutato ad avviare rapidamente la liquidità di USDC. Pertanto, la crescita iniziale è derivata dalla sua crescente popolarità all'interno dei mercati delle criptovalute ed è stata supportata dalla domanda generale dei *traders* in cerca di un *asset* stabile all'interno della *blockchain*. In questo caso, il *trading* di Bitcoin condotto attraverso USDC, è di solo l'1,9%. Le figure 14 e 15 ne riassumono il prezzo di chiusura e la capitalizzazione di mercato.

Figura 14 Prezzo di chiusura USD Coin [USDC] dal suo rilascio ufficiale.



Fonte: Elaborazione personale su dati *CoinMetrics*

Figura 15 *Market cap* USDC



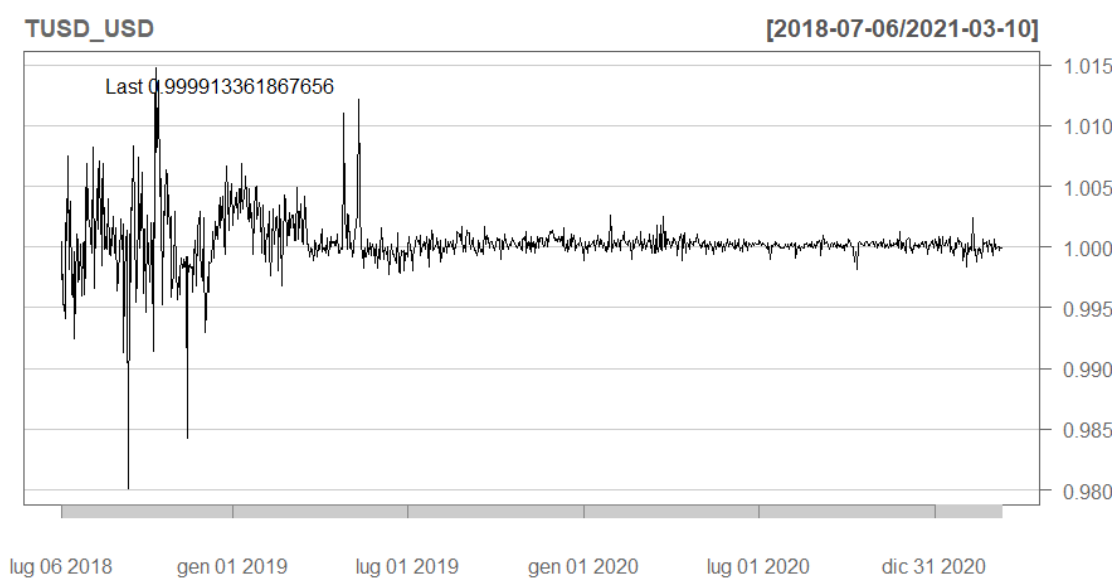
Fonte: Elaborazione personale su dati *CoinMetrics*

5.1.3 *True USD (TUSD)*

TrueUSD (TUSD) è una *stablecoin off-chain* garantita dal dollaro con rapporto 1:1, scambiata su *Ethereum* e lanciata dalla società *TrustToken* nel gennaio 2018. Tecnicamente, *TrueUSD* non detiene USD nelle sue riserve, ma collabora con banche e istituzioni regolamentate per mantenere la copertura in dollaro USA del 100% dei *token* emessi in un conto di deposito a garanzia. L'accesso ai fondi non è detenuto dalla società, ma solo dalle istituzioni che conservano le garanzie. Inoltre, i fondi in USD vengono regolarmente verificati e si fornisce anche protezione legale contro l'appropriazione indebita del dollaro USA sottostante.

Gli utenti sottoposti ad un controllo KYC / AML dovranno trasferire USD a una delle terze parti *TrueUSD* e fornire un indirizzo *Ethereum* per ricevere TUSD. Inoltre, collaborando con istituzioni finanziarie regolamentate, *TrueUSD* consente il *direct banking*, che introduce misure di salvaguardia per impedire la manipolazione delle riserve. La sua struttura *off-chain* sarà vista come un vantaggio da alcuni (ad esempio, l'uso di istituzioni regolamentate) e, in determinate circostanze, uno svantaggio da coloro che apprezzano il decentramento. Le figure 16 e 17 ne riassumono il prezzo di chiusura e la capitalizzazione di mercato.

Figura 16 Prezzo di chiusura *True USD* [TUSD]



Fonte: Elaborazione personale su dati *CoinMetrics*

Figura 17 *Market Cap True USD [TUSD]* giugno 2018-marzo 2021



Fonte: *Coingeeko.com*

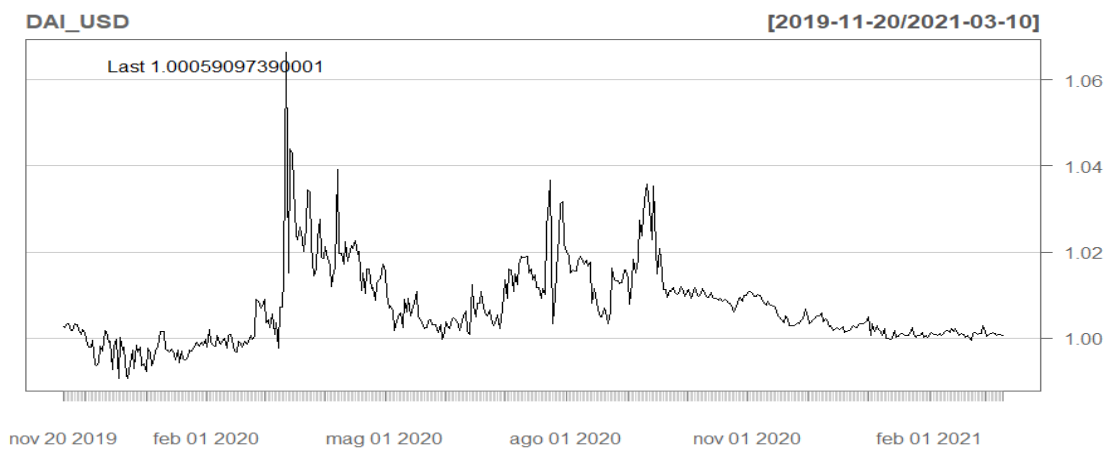
5.1.4 Dai (DAI)

Dai è una *stablecoin on-chain collateralised* che consente ai partecipanti di depositare una garanzia *on-chain* come *Ether* in uno *smart contract* in cambio di DAI, uno *stablecoin* ancorato al dollaro. *Maker* è l'entità che ha creato la tecnologia decentralizzata che gira sulla *blockchain* di *Ethereum* che alimenta Dai. Secondo il *whitepaper Dai* (2017), il valore di Dai viene stabilizzato attraverso una piattaforma per *smart contract* su *Ethereum* (*Maker*), che garantisce il valore della *stablecoin* attraverso un sistema dinamico di CDP (*Collateralized Debt Positions*), meccanismi di *feedback* autonomi e operatori esterni debitamente incentivati. Se il valore del titolo scende al di sotto del rapporto di garanzia del 150%, parti di esso vengono liquidate e il proprietario deve pagare una penale di liquidazione determinata dai detentori del *token* MKR e impostata in modo indipendente per ogni *asset*. Questa procedura garantisce che gli utenti garantiscano una garanzia eccessiva delle loro posizioni di debito per evitare liquidazioni. Questo può essere visto come l'equivalente di un prestito: quando i mutuatari rimborsano i loro prestiti per sbloccare i loro titoli, lo fanno restituendo i *token* DAI presi in prestito più una commissione di stabilità.

Una volta generato, il Dai può essere utilizzato come qualsiasi altra criptovaluta, ovvero può essere liberamente inviato ad altri, utilizzato come strumento di pagamento per beni e servizi o conservato a titolo di risparmio a lungo termine.

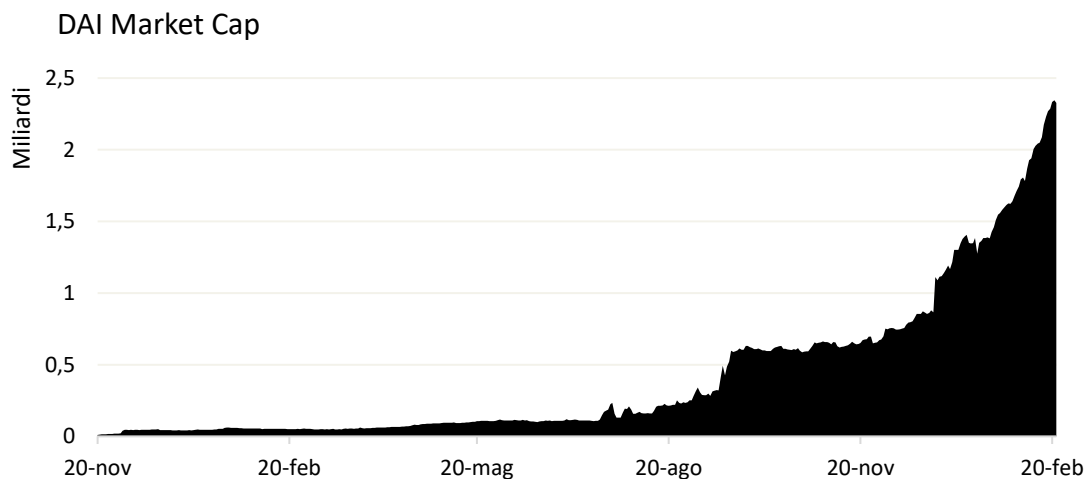
Inoltre, come riportato nel capitolo III relativo ai rischi, ciò che rende ulteriormente particolare questa iniziativa è la presenza del *token* Maker (MKR) di vitale importanza all'interno dell'architettura di *governance* decentralizzata del protocollo in cui tutti possono proporre modifiche al protocollo implementando lo sviluppo della *stablecoin* stessa. Le figure 18 e 19 ne riassumono il prezzo di chiusura e la capitalizzazione di mercato.

Figura 18 Prezzo di chiusura DAI



Fonte: Elaborazione personale su dati *CoinMetrics*

Figura 19 *Market cap* DAI



Fonte: Elaborazione personale su dati *CoinMetrics*

5.1.5 Paxos Standard (PAX)

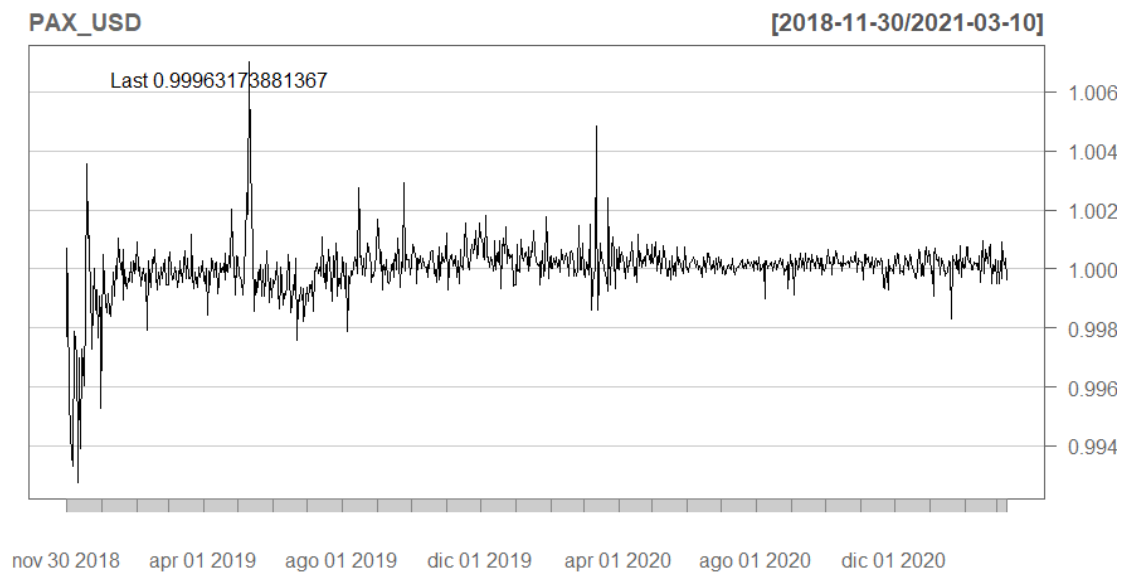
Paxos Standard (PAX) è una *stablecoin off-chain* fondata nel 2018 e garantita 1:1 dal dollaro americano. Secondo *coinmarketcap.com* il suo principale obiettivo è stabilizzare il dollaro con la tecnologia *blockchain* mobilitando le risorse digitali con un alto livello di flessibilità e accessibilità. I *token* vengono emessi sulla *blockchain* di *Ethereum* e le garanzie sono detenute nei conti bancari statunitensi. Secondo il *whitepaper* (2018) ogni *token* viene emesso solo in cambio di un dollaro USA, mentre il processo di riscatto funziona viceversa. Analogamente a *Tether*, *Paxos* ha lanciato un *asset* garantito dall'oro chiamato *Paxos Gold*, consentendo ai clienti di scambiare oro su *Ethereum*.

Dal punto di vista regolamentare *Paxos* risulta la prima azienda approvata per offrire prodotti e servizi crittografici. Infatti, la società *Paxos Trust Company*, ovvero l'emittente di PAX, ha ricevuto nel 2015 una concessione a scopo limitato dal Dipartimento dei servizi finanziari dello Stato di *New York* (NYDFS) che consente loro di offrire servizi regolamentati nel mondo delle criptovalute. Secondo NYDFS, la *stablecoin* è soggetta alle normative antiriciclaggio, agli *standard* specifici di riserva di capitale, protezione dei consumatori, nonché tenuta ad esser pienamente conforme alle direttive del quadro normativo americano. Nell'aprile 2021, è diventata la terza società cripto ad ottenere una carta fiduciaria che consente all'azienda di essere regolamentata a livello federale offrendo servizi di custodia, gestione di *stablecoin*, pagamento, scambio ed altri servizi (De, 2021a).

A luglio e settembre 2019, *Paxos* ha annunciato il lancio di altri due progetti (entrambi regolamentati dal NYDFS) in collaborazione con gli *exchange* di criptovalute *Binance* e *Huobi*: *Binance* USD (BUSD) e *Huobi* (HUSD). Gli acquisti e i riscatti diretti di BUSD e HUSD avvengono attraverso la piattaforma *Paxos*, che ne gestisce anche la custodia dei fondi.

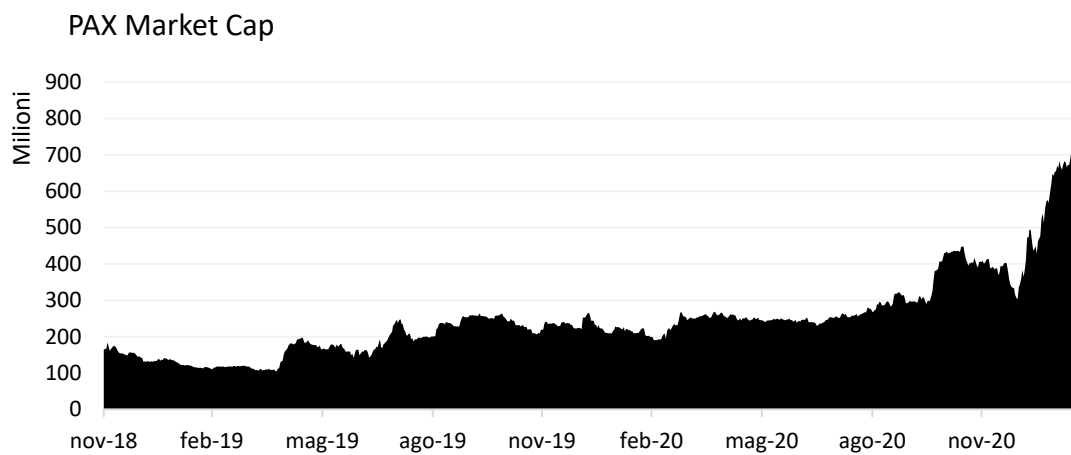
Le figure 20 e 21 ne riassumono il prezzo di chiusura e la capitalizzazione di mercato.

Figura 20 Prezzo di chiusura *Paxos Standard*[PAX]



Fonte: Elaborazione personale su dati *CoinMetrics*

Figura 21 *Market cap* PAX



Fonte: Elaborazione personale su dati *CoinMetrics*

Capitolo VI

Analisi econometrica della volatilità

6.1 La ricerca

Nel corso del primo trimestre del 2020 l'epidemia di *covid-19* ha destabilizzato il sistema economico e finanziario. Dyhrberg (2016) ha affermato che l'incertezza globale dovuta alla crisi del 2008 ha facilitato l'emergere della prima criptovaluta decentralizzata (Bitcoin) e ne ha rafforzato la popolarità. Tra la fine del primo trimestre 2020, e l'inizio del secondo trimestre 2021, alla luce della crisi, la capitalizzazione di mercato delle *stablecoin* è aumentata esponenzialmente confermando l'interesse nei confronti di questi *asset* digitali in ragione del sempre maggiore coinvolgimento nell'ecosistema *blockchain*.

Aldilà degli attuali limitati casi d'uso, la volatilità rappresenta uno dei maggiori inibitori all'uso delle criptovalute e ha portato a molti tentativi scientifici di comprendere e prevedere il rischio dell'investimento. Le iniziative *stablecoin* sono nate e si stanno sviluppando per cercare di risolvere il comportamento volatile delle criptovalute tradizionali, consentendo agli utenti di riporre fiducia nella crittografia e assicurando che il potere d'acquisto rimanga intatto. Se da un lato l'utilizzo di modelli di analisi legati alle criptovalute tradizionali è diventato un tema popolare per studiare il comportamento della volatilità nel mercato e gli effetti *spillover* connessi con i mercati tradizionali (Balcilar et al., 2017; Baur et al., 2018; Catania et al., 2019; Zhang et al., 2018; Conrad et al., 2018), rimane quasi totalmente inesplorata un'indagine stilizzata riguardo le interdipendenze tra il comportamento della volatilità delle *stablecoin*, con altre criptovalute e *asset* tradizionali.

Lo studio si sviluppa su due livelli: dapprima, tramite lo sviluppo di diversi modelli DCC-GARCH multivariati, si indagano le relazioni tra volatilità dei seguenti *asset* studiandone il comportamento nel periodo intercorso tra gennaio 2020 e marzo 2021 al fine di cogliere la persistenza della volatilità e del comportamento delle correlazioni dinamiche tra i vari *asset*. Successivamente, le correlazioni dinamiche estratte dai

modelli sono utilizzate per cercare di cogliere le proprietà di copertura, diversificazione e bene rifugio delle *stablecoin* rispetto a criptovalute e *asset* tradizionali.

6.2 La volatilità

In linea di principio l'incertezza nei mercati finanziari è legata alla volatilità e al rischio, sebbene i due concetti siano diversi. La volatilità e la correlazione sono parametri ampiamente riconosciuti per la valutazione del rischio nei mercati finanziari internazionali, nonché indicatori utilizzati come stimatori del tasso di crescita. La misurazione della volatilità descrive il grado di variazione dei rendimenti degli *asset* in un determinato periodo su una variabile incerta che potrebbe portare ad un risultato positivo (Poon, 2005). Nel modello più semplice, la volatilità viene spesso misurata come deviazione *standard* dei rendimenti della serie considerata su un determinato periodo storico. Questo metodo tradizionale è solitamente incondizionato e non può cogliere le caratteristiche presentate dai dati di serie temporali finanziarie, tuttavia è utile come *benchmark* per confrontare la capacità di previsione di modelli temporali più complessi.

Un improvviso aumento della volatilità del mercato azionario può essere spiegato dalla reazione degli investitori in seguito a buone e cattive notizie. Inoltre, come indicato da Yu (2019), oltre alla funzione svolta nella gestione del rischio, la volatilità gioca un ruolo importante nella determinazione del prezzo degli *asset* e nell'allocazione del portafoglio. Un'elevata volatilità suggerisce che il rendimento dell'attività sottostante può variare in un intervallo di valori più ampio in entrambe le direzioni per un periodo di tempo, mentre una bassa volatilità, d'altra parte, implica cambiamenti più prevedibili nei rendimenti. Tuttavia, correlazione e volatilità non sempre sono costanti, e spesso possono variare nel tempo. Poiché un modello di stima incondizionato per misurare la volatilità non può catturare adeguatamente le dinamiche dei rendimenti finanziari, il metodo condizionale, attraverso lo sviluppo di modelli GARCH (Modello autoregressivo a eteroschedasticità condizionata), è il più comunemente utilizzato per servire a questo scopo.

6.2.1 La persistenza della volatilità

Un'osservazione quasi universale nelle serie dei rendimenti finanziari è che l'elevata volatilità tenda a mostrare una certa persistenza prima che i rendimenti del mercato tornino ai livelli medi dopo lo *shock* iniziale. È probabile che grandi rendimenti saranno seguiti da grandi rendimenti, e allo stesso modo piccoli rendimenti dovrebbero essere seguiti da piccoli rendimenti. Questo fenomeno, legato strettamente alla leptocurtosi, prende il nome di *volatility clustering* e si osserva quando ci sono periodi di alta volatilità e periodi di bassa volatilità.

Secondo Brook (2019) una spiegazione plausibile di questo fenomeno sembra essere l'arrivo delle informazioni che guidano le variazioni di prezzo e che sono raggruppate nel tempo. Ciò implica che l'impatto di un ampio movimento di prezzo porta a una situazione di elevata volatilità sul mercato, che tende a persistere per un periodo di tempo, portando ad una fase di elevata volatilità (Engle, 1982).

Secondo Engle & Patton (2001) la volatilità è persistente se il rendimento odierno non solo ha un impatto significativo sulla previsione della varianza condizionale del periodo successivo, ma anche sulle stime della varianza di molti periodi futuri. Di conseguenza, i picchi di volatilità tendono a decadere lentamente nel tempo. Per rilevare il livello di persistenza della volatilità, è possibile utilizzare le autocorrelazioni delle stime della varianza.

Questo fenomeno – noto come “*long memory property*” - è stato esaminato da Ding et al. (1993) e Ding & Granger (1996). Questi studi hanno dimostrato che questa persistenza esiste per alcuni rendimenti di *asset* speculativi, come l'S&P500 e sebbene questi rendimenti mantengano una leggera autocorrelazione, i rendimenti assoluti tendono ad essere correlati in serie.

6.2.3 Le distribuzioni

È ampiamente noto che i rendimenti delle attività finanziarie non seguono una distribuzione normale, ma piuttosto sono quasi sempre leptocurtiche o dalla coda pesante. Questa osservazione ha diverse implicazioni per la modellizzazione

econometrica, poiché in un contesto di gestione del rischio, assumere la normalità quando i rendimenti sono a coda più pesante si tradurrà in una sottovalutazione della rischiosità. Dopo l'osservazione del comportamento delle variabili, si è deciso di utilizzare la distribuzione *t-student* poiché in grado di cogliere i fenomeni di leptocurtosi che si verificano nelle distribuzioni.

6.3 *Safe Haven Asset*

La pandemia di covid-19 ha profondamente scosso i mercati finanziari e in ragione di ciò, le persone hanno avuto bisogno di passare a beni rifugio per proteggere il valore dei loro *asset* (Ji et al., 2020). Seguendo Baur & Lucey (2010), definiamo una copertura o un bene rifugio come segue:

“una copertura è un'attività non correlata o correlata negativamente con un'altra attività, mentre un bene rifugio è un bene non correlato o correlato negativamente con un altro bene in condizioni di *stress* del mercato”.

Secondo Baur & McDermott (2010) la caratteristica distintiva delle due definizioni sta nella durata dell'effetto. La copertura è in media mantenuta nel tempo, mentre la proprietà chiave del bene rifugio è richiesta solo in determinati periodi, come nel caso di una crisi finanziaria. Al contrario, è possibile che vi siano attività correlate solo negativamente nei periodi di crisi e che in media si muovono con l'altra attività. In questo caso, gli investitori acquistano l'attività solo in questi tempi in modo che l'*asset* non perda valore. Inoltre, si sottolinea l'importanza per l'investitore di una distinzione tra coperture forti e deboli. Se un *asset* è correlato negativamente con un altro *asset* o portafoglio, gli investitori beneficiano di rendimenti positivi se l'altro *asset* o portafoglio mostra rendimenti (estremi) negativi. Questo non è il caso se le attività non sono correlate. Poiché i rendimenti positivi di un'attività durante periodi di *stress* o turbolenze finanziarie possono migliorare la stabilità del mercato riducendo le perdite complessive.

In generale, possiamo definire questo concetto come un'attività che non riduce il proprio valore nelle fasi di forte tensione sui mercati (Borsa Italiana, 2021), offrendo

maggior protezione e diversificazione nel portafoglio degli investitori. Tradizionalmente queste funzioni sono associate ai metalli preziosi, alle valute e ai titoli del Tesoro USA.

L'oro, ad esempio, è stato fino ad oggi un'efficace riserva di valore poiché l'elevata liquidità associata a questo metallo lo rende un investimento semplice da acquistare e vendere. A differenza di altre attività, l'oro è anche un importante investimento rifugio perché non dovrebbe essere influenzato da fattori economici, come tassi di interesse e inflazione. Pertanto, nei periodi di crisi, gli investitori vedono l'oro come un investimento sicuro perché può ancora mantenere - oppure aumentare - il suo valore. Di fatto, il prezzo dovrebbe aumentare a fronte dell'aumento della domanda.

La percezione delle criptovalute come strumenti di copertura è stata oggetto di diversi studi ampiamente dibattuti negli ultimi anni. Urquhart & Zhang (2019) pur sottolineando i persistenti rischi legati a questo investimento, hanno affermato che anche il Bitcoin è entrato a far parte dei beni rifugio, mentre Baur & Hoang (2020) sostengono che le criptovalute tradizionali non possono agire come un rifugio durante le flessioni di mercato. Tiwari et al. (2019) hanno studiato le correlazioni dinamiche nel tempo tra lo S&P-500 e un gruppo di criptovalute suggerendone il ruolo di copertura contro i rischi del *benchmark*. Invece, Bouri et al. (2020) hanno confrontato i ruoli di "safe haven asset" di Bitcoin, materie prime e oro con gli indici del mercato azionario globale e nazionale. I risultati hanno indicato che Bitcoin è isolato dalle attività finanziarie e può essere visto come un nuovo oro virtuale. Tuttavia, nonostante la debole correlazione di Bitcoin con le attività finanziarie tradizionali, alcuni studi concordano nel definirne la scarsa copertura nei periodi di *stress*.

Questa debolezza è stata confermata da Conlon et al. (2020) durante il periodo di crisi COVID-19, mettendo in dubbio la capacità del Bitcoin di proteggere gli investitori dalle turbolenze del mercato; nel documento si dimostra come il Bitcoin non agisce come un rifugio sicuro, ma la sua diminuzione di prezzo è in sincronia con lo S&P-500 man mano che la crisi si protrae. L'estrema volatilità del Bitcoin ostacola la sua utilità come rifugio sicuro e motiva persino che, paradossalmente, ha bisogno di una *stablecoin* per coprirsi. Secondo Sidorenko (2020) e Baur & Hoang (2020), la necessità di trovare strumenti di investimento adeguati a proteggersi dagli estremi movimenti di mercato dalle criptovalute tradizionali ha comportato uno spostamento nella direzione del

trasferimento di fondi ad *asset* digitali a bassa volatilità, affermando la capacità delle *stablecoin* di fungere da bene rifugio o bene di scambio nel mercato *on-chain*. Tuttavia, come sottolineato nei precedenti capitoli, il rischio di frode e manipolazione potrebbe distorcere i valori di questi *asset* digitali, minacciando la stabilità dell’ancoraggio e creando ulteriori incertezze.

6.4 Metodologia

In questa sezione si fornisce una descrizione completa della metodologia applicata all’analisi dei dati, nonché del quadro econometrico applicato all’analisi empirica. L’intera elaborazione dei dati viene sviluppata attraverso il *software* R e tutte le rappresentazioni dei risultati sono fonte di elaborazione personale. In particolare, le elaborazioni dei modelli vengono implementate attraverso i pacchetti “*rugarch*” e “*rngarch*”. Gli *script* dei codici utilizzati sono allegati in Appendice B.

6.4.1 Il campione di riferimento

In questo studio vengono elaborati i dati relativi ai prezzi di chiusura aggiustati del gruppo di *stablecoin* ancorate al dollaro più popolari (*Tether, Paxos Standard, True USD e USD Coin*), una *stablecoin on-chain* garantita da una criptovaluta (DAI), due criptovalute tradizionali (BTC ed ETH), tre indici americani (S&P-500, NASDAQ e VIX). Il *database* delle criptovalute è stato scaricato da *CoinMetrics*, per il periodo che va dal 01/01/2020 al 10/03/2021 con frequenza giornaliera, per un totale di 436 osservazioni per le criptovalute, mentre i prezzi di chiusura aggiustati degli indici sono stati scaricati dalla *Federal Reserve Economic Data* (FRED) e contano 299 osservazioni²⁶.

Prima di stimare i modelli di volatilità è importante implementare dei *test* preliminari al *set* di dati al fine di verificare le condizioni necessarie per considerare una

²⁶Nella modellizzazione dei modelli multivariati i dati sui prezzi di chiusura della giornata degli indici sono sincronizzati a quelli delle criptovalute per eliminare i giorni di non negoziazione.

modellizzazione di tipo GARCH. Per prima cosa, data l'improbabile stazionarietà delle serie storiche dei prezzi, utilizziamo i rendimenti logaritmici, definiti da:

$$r_t = \ln\left(\frac{p_t}{p_{t-1}}\right) \times 100$$

con p_t che rappresenta il rispettivo prezzo di chiusura della serie il giorno t e p_{t-1} il prezzo di chiusura della serie nel giorno precedente.

Inoltre, per specificare le proprietà delle distribuzioni delle serie logaritmiche, vengono riportate le statistiche descrittive.

6.4.2 Test di normalità

Al fine di verificare se le distribuzioni dei rendimenti logaritmici sono distribuite normalmente o meno, viene eseguito il *test* di normalità *Jarque-Bera* (1980). Il *test* esamina se nel campione sono presenti asimmetria o curtosi in eccesso significativamente diversi da zero. La statistica e le ipotesi del *test* sono definite in seguito:

$$JB = \frac{N}{6} \left(S^2 + \frac{1}{4} (K - 3)^2 \right)$$

Dove N rappresenta la dimensione del campione, K rappresenta la curtosi e S l'asimmetria.

$\{ H_0: \text{la serie ha una distribuzione marginale normale};$
 $\{ H_1: \text{la serie non ha una distribuzione marginale normale};$

6.4.3 Test di radice unitaria

Viene implementato il *test* di radice unitaria “*augmented Dickey-Fuller*” per verificare la stazionarietà della serie dei rendimenti logaritmici. Nel *test* l’ipotesi nulla afferma l’esistenza di radice unitaria ad un certo livello di confidenza. Le ipotesi sono le seguenti:

$$\begin{cases} H_0: \text{la serie non è stazionaria, quindi presenta radice unitaria;} \\ H_1: \text{la serie è stazionaria, quindi non presenta radice unitaria;} \end{cases}$$

Per procedere con la modellizzazione della volatilità, la serie deve essere stazionaria, poiché l’utilizzo di serie storiche non stazionarie può portare a risultati fuorvianti. Inoltre, le variabili devono presentare lo stesso ordine di integrazione.

6.4.4 Ljung-Box Test

Il *test Ljung-Box* fornisce un mezzo per testare l’autocorrelazione all’interno dei rendimenti al fine di procedere con la modellizzazione GARCH²⁷. La statistica del *test* è definita come segue:

$$Q = n(n + 2) \sum_{k=1}^m \frac{\hat{\rho}_k^2}{n - k}$$

Dove n è la dimensione campionaria dei dati, $\hat{\rho}_k^2$ è la funzione di autocorrelazione campionaria al ritardo k , e m è il numero di autocorrelazioni prese in esame.

Mentre le ipotesi sono:

$$\begin{cases} H_0 = i \text{ dati non sono correlati;} \\ H_1 = i \text{ dati sono correlati;} \end{cases}$$

²⁷ Il *test* verrà utilizzato anche in fase diagnostica nei residui standardizzati e residui standardizzati al quadrato del modello GARCH.

Se il valore del $p\text{-value} < 0.05$, possiamo rifiutare l'ipotesi nulla (nessuna correlazione seriale) e dire che esiste una correlazione seriale nei rendimenti logaritmici. Questa sarà un'ulteriore un'indicazione della presenza di effetti ARCH.

6.4.5 Arch Test

Il test ARCH (*Autoregressive Regressive Conditional Heteroskedasticity*) elaborato da Engle (1982) è il *test* di eteroschedasticità condizionale più utilizzato nell'ambito della fase diagnostica dei modelli di serie storiche. In questa fase dell'analisi ci risulta utile per mostrare i segni di effetti ARCH sui rendimenti giornalieri per poi precedere con la modellizzazione di tipo GARCH.

Le ipotesi alla base del *test* sono le seguenti:

$$\begin{cases} H_0 = \text{non sono presenti effetti ARCH;} \\ H_1 = \text{sono presenti effetti ARCH;} \end{cases}$$

Prima di stimare un modello GARCH, dobbiamo assicurarci che l'effetto ARCH esista nel *set* di dati. Per questo, utilizziamo il *test* del moltiplicatore di *Lagrange* (LM) per gli effetti ARCH. Il *test* funziona regredendo gli errori quadratici sui suoi ritardi e verificando l'ipotesi che tutti i coefficienti della regressione ritardata siano uguali a zero. Il test prende in considerazione come *input* una serie temporale di rendimenti e un dato ritardo. Con entrambe le informazioni, verifica l'ipotesi nulla che non ci siano effetti ARCH nei dati. Minore è il valore del $p\text{-value} (<0.05)$, maggiori sono le possibilità di trovare l'effetto ARCH, motivando l'uso di un modello di volatilità condizionale.

6.5 Modello DCC-GARCH

Per stimare la correlazione condizionale dinamica tra le serie dei rendimenti utilizziamo il modello bivariato *Dynamic Conditional Correlation Garch* (DCC-GARCH) introdotto da Engle & Sheppard (2002). Questa stima risulta utile per percepire come uno *shock* al tempo t_{-1} influisca sulla correlazione al tempo t .

Questo modello multivariato può essere visto come un'estensione del modello CCC-GARCH presentato da *Bollerslev* (1990) con la differenza che il DCC-GARCH consente alla struttura della correlazione di variare nel tempo. Il modello viene utilizzato per parametrizzare la correlazione condizionale con la flessibilità di un modello GARCH univariato (Engle, 2002). Inoltre, è più semplice da calcolare rispetto a molti altri modelli multivariati complessi poiché sfrutta la maggior facilità di gestione delle matrici di correlazione rispetto alle matrici di covarianza. Nell'elaborazione dei modelli, in alcuni casi, il modello DCC è stimato per coppie di serie separatamente e non per tutte le serie contemporaneamente, evitando il rischio di ottenere stime distorte dei parametri.

La stima del modello DCC bivariato viene eseguita in due fasi. Nella prima fase, viene stimato un modello *standard* GARCH (1,1) univariato per ogni serie di rendimenti presa in considerazione. Nonostante i modelli GARCH possono avere diversi ordini, è stato deciso di utilizzare il modello più semplice GARCH (1,1), il quale risulta adeguato il più delle volte. I modelli selezionati sono poi utilizzati per costruire il modello DCC tenendo conto delle interdipendenze della volatilità. Nella seconda fase, viene calcolata una matrice di correlazione variabile nel tempo utilizzando i residui standardizzati dalla stima del primo stadio.

6.5.1 Modello ARMA-GARCH

Inizialmente vengono stimati diversi tipi di modelli ARMA-GARCH univariati con distribuzione *t-student* e, una volta scelta la specificazione più appropriata, i residui standardizzati dei modelli per le varianze condizionali vengono utilizzati per calcolare i parametri DCC (correlazione condizionale). Riguardo le specifiche del modello si è deciso che per un buon adattamento atto ad eliminare l'autocorrelazione nei rendimenti, sono sufficienti modelli ARMA (0,0), ARMA (0,1), ARMA (1,0) o ARMA (1,1).

Il modello ARMA-GARCH (p,q)-GARCH(1,1) è spiegato nel modo seguente:

$$r_{i,t} = \mu_i + \sum_{j=1}^p \varphi_{i,j} r_{i,t-j} + \sum_{j=1}^q \theta_{i,j} \varepsilon_{i,t-j} + \varepsilon_{i,t}$$

$$\varepsilon_{i,t} = Z_t \sigma_t \text{ dove } Z_t \sim t(v)$$

Nell'equazione della media $r_{i,t}$ rappresenta i rendimenti della *stablecoin* o di un altro asset i , μ_i è la costante, $\varphi_{i,j}$ il parametro autoregressivo (AR), $\theta_{i,j}$ il parametro a media mobile (MA), $\varepsilon_{i,t}$ la serie dei residui, mentre Z_t il *noise term* della distribuzione *t-student* con v gradi di libertà.

La struttura base del modello GARCH (1,1) introdotto da *Bollerslev* (1986) viene indicata come:

$$\sigma_{i,t}^2 = \omega_i + \alpha_i \varepsilon_{i,t-1}^2 + \beta_i \sigma_{i,t-1}^2$$

Nell'equazione della varianza $\sigma_{i,t}^2$ è la varianza condizionale, $\omega_i > 0$ è la costante, $\alpha_i > 0$ è il parametro che cattura la persistenza di breve periodo o l'effetto ARCH, mentre $\beta_i > 0$ è il parametro che cattura la persistenza di lungo periodo della volatilità o l'effetto GARCH. I due parametri di persistenza ($\alpha_i + \beta_i$) stimati devono risultare < 1 .

$$\eta_{i,t} = \frac{\varepsilon_{i,t}}{\sigma_{i,t}}$$

$\eta_{i,t}$ sono i residui standardizzati del modello GARCH stimato, utilizzati poi in fase diagnostica e in fase di costruzione del modello DCC.

6.5.2 Selezione del modello GARCH

Per confrontare la bontà di adattamento dei modelli, oltre a verificare la significatività dei parametri, si sono utilizzati i criteri di informazione di *Akaike* (AIC) (*Akaike*, 1974) e il criterio di informazione *bayesiana* (BIC) (*Schwarz*, 1978) presumendo che il modello con il punteggio AIC / BIC minore sia il modello con il miglior adattamento. Sono definiti come:

$$AIC = 2k - 2\ln(L)$$

dove L rappresenta il valore massimo della funzione di verosimiglianza e k il numero di parametri.

$$BIC = \ln(n)k - 2\ln(L)$$

dove n descrive la quantità di informazioni sul campione, L è il valore massimo della funzione di verosimiglianza del modello e k è il numero di parametri liberi da essere stimati.

6.5.3 Validazione dei modelli

Al fine di verificare la validità dell'analisi dei modelli GARCH, ci assicuriamo che i residui standardizzati e i residui standardizzati al quadrato siano esenti da autocorrelazione seriale. Se la volatilità della serie è stata modellata correttamente i residui standardizzati ($\eta_{i,t}$) dovrebbero essere *i.i.d* con media zero e varianza uno, comportandosi come un processo *White noise*. Inoltre, non dovrebbero mostrare eteroschedasticità condizionale o qualsiasi tipo di dipendenza lineare.

Per verificare la correttezza del modello, dapprima si procede il *Ljung Box-Test* per rilevare l'indipendenza delle variabili del modello, poi si procede con la verifica degli effetti ARCH presenti nei residui. Il pacchetto *rugarch* in R applica un test *Ljung-Box* ponderato sui residui standardizzati e sui residui standardizzati al quadrato. Se $p \leq 0,05$ l'ipotesi nulla dovrebbe essere rifiutata, il che significa che il modello GARCH non ha catturato l'autocorrelazione. Al contrario, se il modello GARCH ha svolto il suo lavoro, non dovrebbe esserci alcuna autocorrelazione all'interno dei residui.

Inoltre, si applica il *test* ARCH LM (Engle, 1982) al fine di rilevare la dipendenza seriale nei residui. Per assicurarci che il nostro modello catturi tutti gli effetti ARCH, significa che l'effetto ARCH non dovrebbe più esistere. In questo caso l'ipotesi alternativa

assume l'autocorrelazione per i residui standardizzati. Entrambi i *test* sono stati applicati anche in fase di analisi preliminare.

6.5.4 Stima parametri DCC

La stima del modello DCC-GARCH di *Engle* (Brooks, 2019) può essere espressa come:

$$H_t = D_t R_t D_t$$

L'idea alla base della modellazione delle varianze condizionali e della correlazione condizionale è che la matrice $n \times n$ di covarianza di un vettore di rendimenti, H_t , può essere scomposto nella matrice diagonale delle deviazioni *standard* condizionali D_t , e in una matrice correlazione condizionale R_t . Dove sia R_t che D_t variano nel tempo nel modello DCC-GARCH. Gli elementi della matrice D_t sono le deviazioni *standard* dei modelli GARCH univariati:

$$D_t = \text{diag}\{\sqrt{h_{i,t}}\}$$

Per il modello GARCH (1,1) gli elementi di H_t possono essere scritti come:

$$h_{i,t} = \omega_i + \alpha_i \varepsilon_{i,t-1}^2 + \beta_i h_{i,t-1}$$

Mentre R_t è espressa nel seguente modo:

$$R_t = Q_t^{*-1} Q_t Q_t^{*-1}$$

Dove Q_t è la matrice positivamente definita con gli elementi $q_{ij,t}$ contenente la matrice di covarianza variabile di $\eta_{i,t}$, mentre Q_t^{*-1} è l'inversa della matrice diagonale al quadrato degli elementi della diagonale di Q_t . Dove Q_t è data da:

$$Q_t = (1 - a - b)\bar{Q} + a\eta_{t-1}\eta'_{t-1} + bQ_{t-1}$$

a e b sono parametri non negativi stimati dall'equazione DCC, la cui somma deve essere <1 che catturano l'effetto della correlazione variabile nel tempo e dove a misura le influenze delle correlazioni dinamiche precedenti, ovvero la sensibilità delle correlazioni dovute a *shock* precedenti sulla correlazione dinamica corrente, mentre b misura gli effetti autoregressivi degli *shock*, ovvero la persistenza della volatilità. \bar{Q} è la matrice $n \times n$ della covarianza incondizionata dei residui standardizzati η_t . La stima della correlazione dinamica è:

$$\rho_{ij,t} = \frac{q_{ij,t}}{\sqrt{q_{ii,t}q_{jj,t}}}$$

6.6 Regressione con variabili *Dummy*

Seguendo Baur & McDermott (2010), Ratner & Chiu (2013), Baur & Hoang (2020), Wang et al. (2020) determiniamo il ruolo delle *stablecoin* come *asset* di diversificazione, copertura o bene rifugio nei confronti di criptovalute ed indici tradizionali utilizzando un modello di regressione con variabili *dummy*. Il modello di regressione è specificato nel seguente modo:

$$\rho_{ij,t} = m_0 + m_1D(r_jq_{10}) + m_2D(r_jq_5) + m_3D(r_jq_1) + \varepsilon$$

dove $\rho_{ij,t}$, rappresenta le correlazioni condizionali a coppie tra la *stablecoin* e l'*asset* j , ε è il termine di errore, $r_j q_{10}$, $r_j q_5$, $r_j q_1$ sono il 10%, 5% e 1% dei quantili di rendimenti per l'*asset* j , e D è una variabile *dummy* per ottenere il movimento di prezzo estremo dell'*asset* j . Le correlazioni condizionali dinamiche $\rho_{i,j}$ tra la *stablecoin* i e l'*asset* j vengono estratte dai modelli DCC-GARCH multivariati in serie temporali separate e quindi regredite su variabili *dummy* che indicano movimenti estremi al ribasso nel 10°, 5° o 1° percentile inferiore della distribuzione del rendimento dell'*asset* j . Prendendo $D(r_j q_5)$ come esempio, risulterà 1 se il rendimento di j è inferiore al quantile del 5%, altrimenti risulterà 0.

Analizzando i valori stimati e la significatività statistica di $m_i (i = 0,1,2,3)$ nell'equazione sopraindicata ci aspettiamo di determinare cinque situazioni:

(i) se m_0 è positivo e statisticamente significativo, la *stablecoin* i è un *asset* di diversificazione rispetto all'*asset* j ; (ii) se m_0 è zero, la *stablecoin* i offre una copertura debole contro la l'*asset* j ; (iii) se m_0 è negativo e statisticamente significativo, la *stablecoin* i offre una copertura forte; (iv) se m_1 , m_2 , m_3 risultano negativi, ma non statisticamente significativi, la *stablecoin* i è un rifugio sicuro debole contro l'*asset* j ; e (v) se m_1 , m_2 , m_3 sono negativi e statisticamente significativi, la *stablecoin* i è un forte rifugio sicuro.

6.7 Risultati

6.7.1 Dati e analisi preliminare

La tabella 2 riporta le statistiche descrittive dei rendimenti logaritmici degli *asset* oggetto di ricerca. Le distribuzioni dei rendimenti di USDC, BTC, ETH, S&P-500 e NASDAQ, avendo un valore di asimmetria statisticamente negativa risultano distorti a sinistra, indicando una lunga coda a sinistra. Al contrario i valori di asimmetria USDT, DAI, PAX e VIX risultano positivi; le statistiche sulla curtosi risultano tutte superiori a 3, suggerendo che i dati delle serie temporali sottostanti presentano un picco netto rispetto ad una distribuzione normale. Sia le statistiche di asimmetria che l'eccesso di

curtosi suggeriscono che gli *shock* negativi sono stati più forti degli *shock* positivi nel periodo preso in considerazione. Il risultato è confermato anche dalle statistiche *Jarque-Bera* che, rifiutando l'ipotesi di normalità, riflettono una distribuzione non normale, nonché in parte distorta, degli *asset*. Dal punto di vista grafico, queste considerazioni si possono trarre anche dall'analisi delle distribuzioni di densità dei rendimenti logaritmici (figura 22).

Al fine di verificarne la stazionarietà, il test *augmented Dickey Fuller* (ADF) per ciascuna variabile, dimostra che i rendimenti logaritmici risultano stazionari. I risultati dei *test* ADF rifiutano l'ipotesi nulla che esista una radice unitaria nella serie, poiché statistica ADF è inferiore ai valori critici. In questo caso, il *test* rifiuta l'ipotesi nulla di radice unitaria, rifiutando che la serie temporale non sia stazionaria. La stazionarietà si può cogliere anche graficamente (figure 23-24) dal comportamento dei rendimenti e dalla presenza di *cluster* di volatilità coincidenti con il periodo di *stress* dovuto agli effetti del covid-19.

Inoltre, lo studio delle dinamiche dei *test* di autocorrelazione e autocorrelazione parziale dimostra come tra tutte le variabili prese in considerazione esiste una significativa correlazione dei rendimenti (Figura 1, Appendice A). Una struttura di questo genere è tipica degli effetti ARCH e giustifica l'applicazione dei modelli GARCH ai rendimenti logaritmici.

Tabella 2 Analisi descrittiva delle variabili oggetto dell'indagine. Questa tabella presenta le statistiche descrittive dei rendimenti logaritmici giornalieri delle *Stablecoin* (USDT, DAI, PAX, USDC, TUSD), di due criptovalute (BTC, ETH) e tre indici (S&P500, NASDAQ, VIX);

	Obs.	Min.	Max.	Mean	Median	Std. dev.	Skewness	Kurtosis	Jarque-Bera	ADF
USDT	435	-0.8097	1.5196	0.0011	0.0003	0.1359	2.9222	40.5567	30733***	-10.7***
DAI	435	-4.9124	5.0080	0.0015	0.0005	0.5185	0.0116	43.2176	34188***	-9.3836***
PAX	435	-0.4158	0.4840	0.0000	-0.0013	0.0641	0.5096	13.1375	3182.8***	-12.164***
USDC	435	-0.6782	0.5972	0.0001	0.0005	0.0724	-0.3670	33.3417	20362***	-14.05***
TUSD	435	-0.2523	0.2830	0.0002	-0.0006	0.0630	0.3539	3.6919	260.34***	-11.57***
BTC	435	-47.056	16.764	0.4730	0.3800	4.2795	-2.8987	34.7954	22778***	-7.6654***
ETH	435	-56.561	24.482	0.6072	0.4995	5.5944	-2.3214	25.4854	12287***	-7.9808***
S&P-500	298	-12.765	8.9683	0.0602	0.1855	2.0552	-0.8875	9.42110	1160,3***	-5.7535***
NASDAQ	298	-13.149	8.9346	0.1217	0.3590	2.1640	-0.9425	7.3859	738,83***	-5.9576***
VIX	298	-26.622	48.021	0.1989	-1.2588	9.2975	1.5957	5.3517	490.91***	-6.6551***

Nota: *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

Prima di procedere con la stima dei modelli GARCH, vengono anche eseguiti i *test* ARCH LM e il test *Ljung-Box* sui rendimenti logaritmici delle serie. I risultati sono riportati nella tabella 3. Nel test *Ljung-Box*, testiamo l'indipendenza dei rendimenti giornalieri. Assumendo un livello di significatività del 5%, tutti i risultati sono significativi, quindi l'ipotesi nulla (no effetti ARCH) deve essere respinta e si può concludere vi siano effetti ARCH nelle serie temporali.

Tabella 3 Analisi effetti volatilità tramite *ARCH LM Test* e *Ljung-Box Test* rendimenti logaritmici;

	USDT	DAI	PAX	USDC	TUSD	BTC	ETH	SP500	NASDAQ	VIX
ARCH	83.038***	165.47***	96.793***	148.58***	72.882***	6.1707***	10.199***	124.78***	111.49***	20.146***
Q^2	134.66***	75.184***	98.895***	141.59***	133.5***	22.193***	31.124***	182.63***	158.92***	20.908***

Nota: * $p < 0.1$; ** $p < 0.05$; *** $p < 0.01$; sulla base dell'ipotesi di un livello di significatività del 5%, tutti i *p-value* sono inferiori a 0.05, il che significa che i rendimenti presentano effetti ARCH.

Figura 22 Densità empirica delle serie dei rendimenti, sovrapposte con la densità della Normale in rosso.

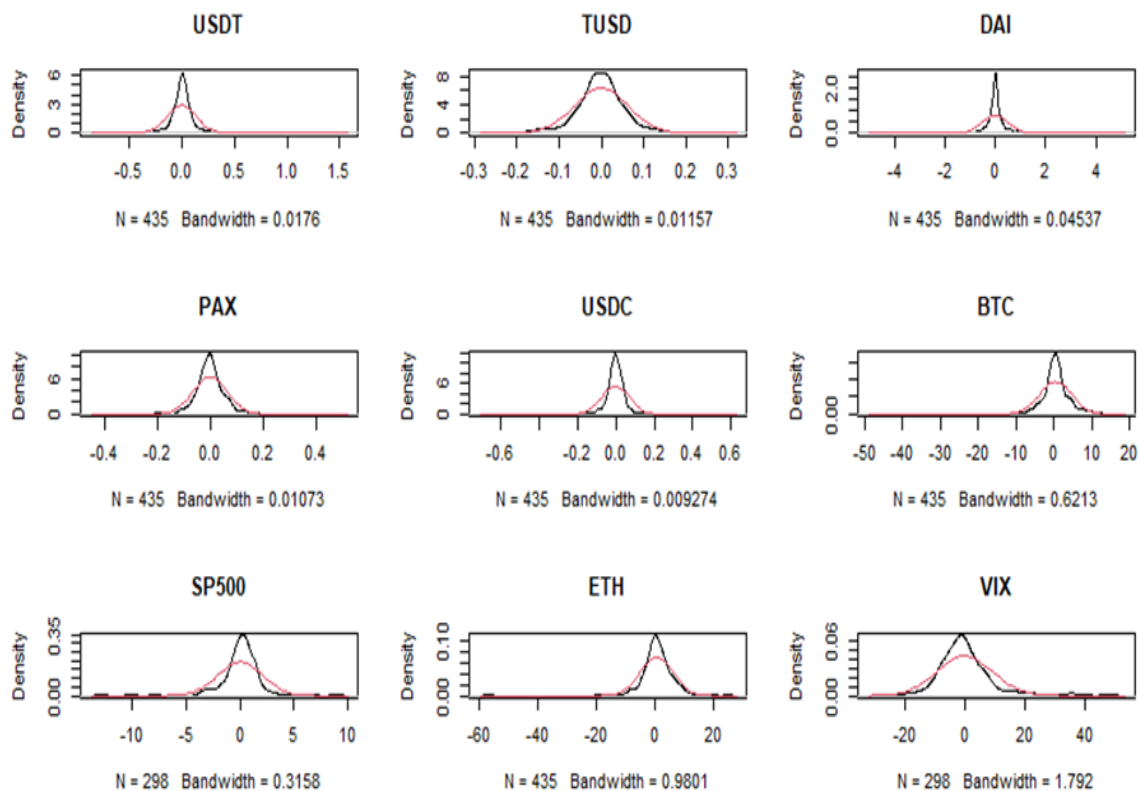


Figura 23 Rendimenti logaritmici e rendimenti logaritmici al quadrato delle serie prese in considerazione

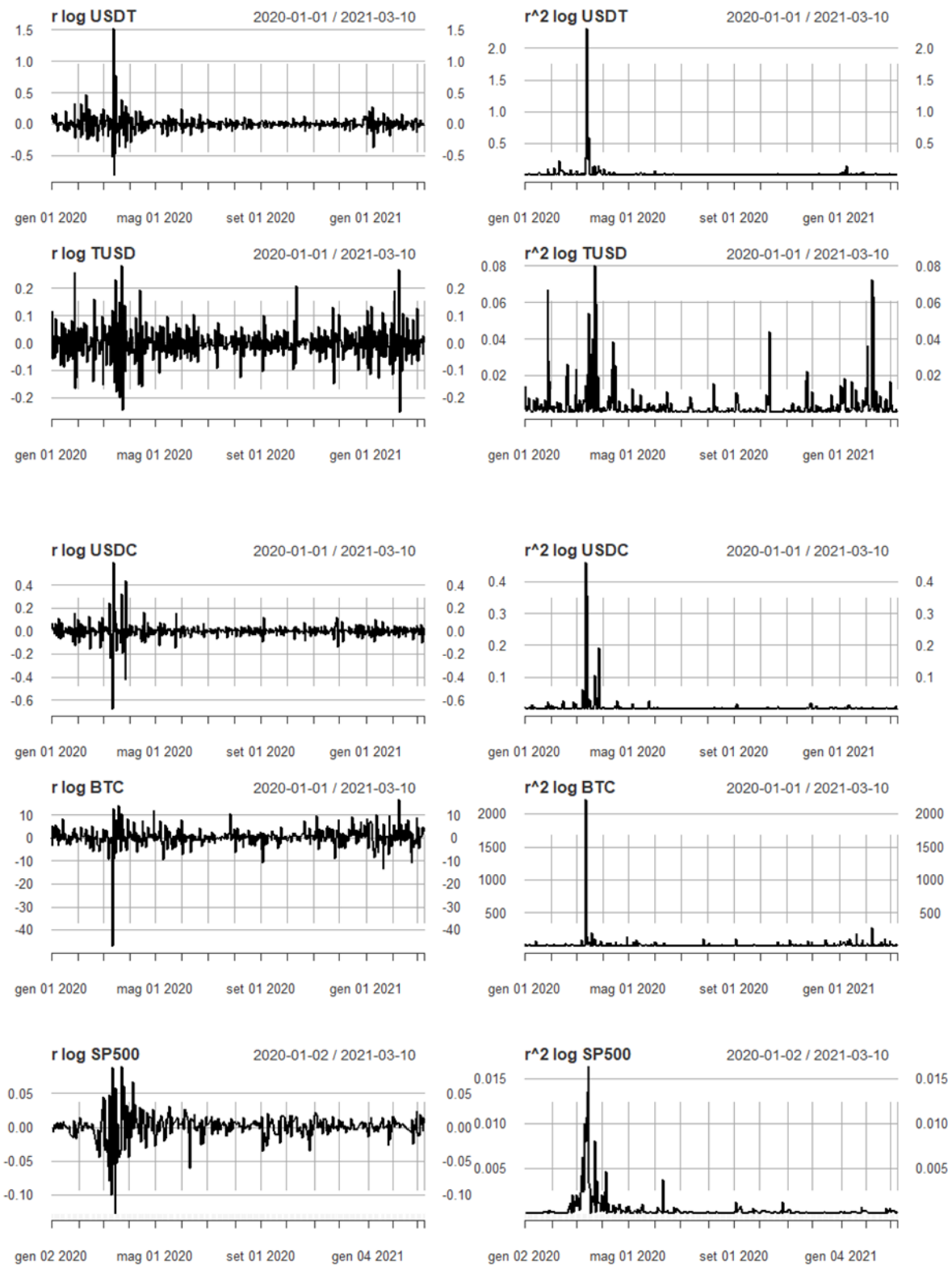
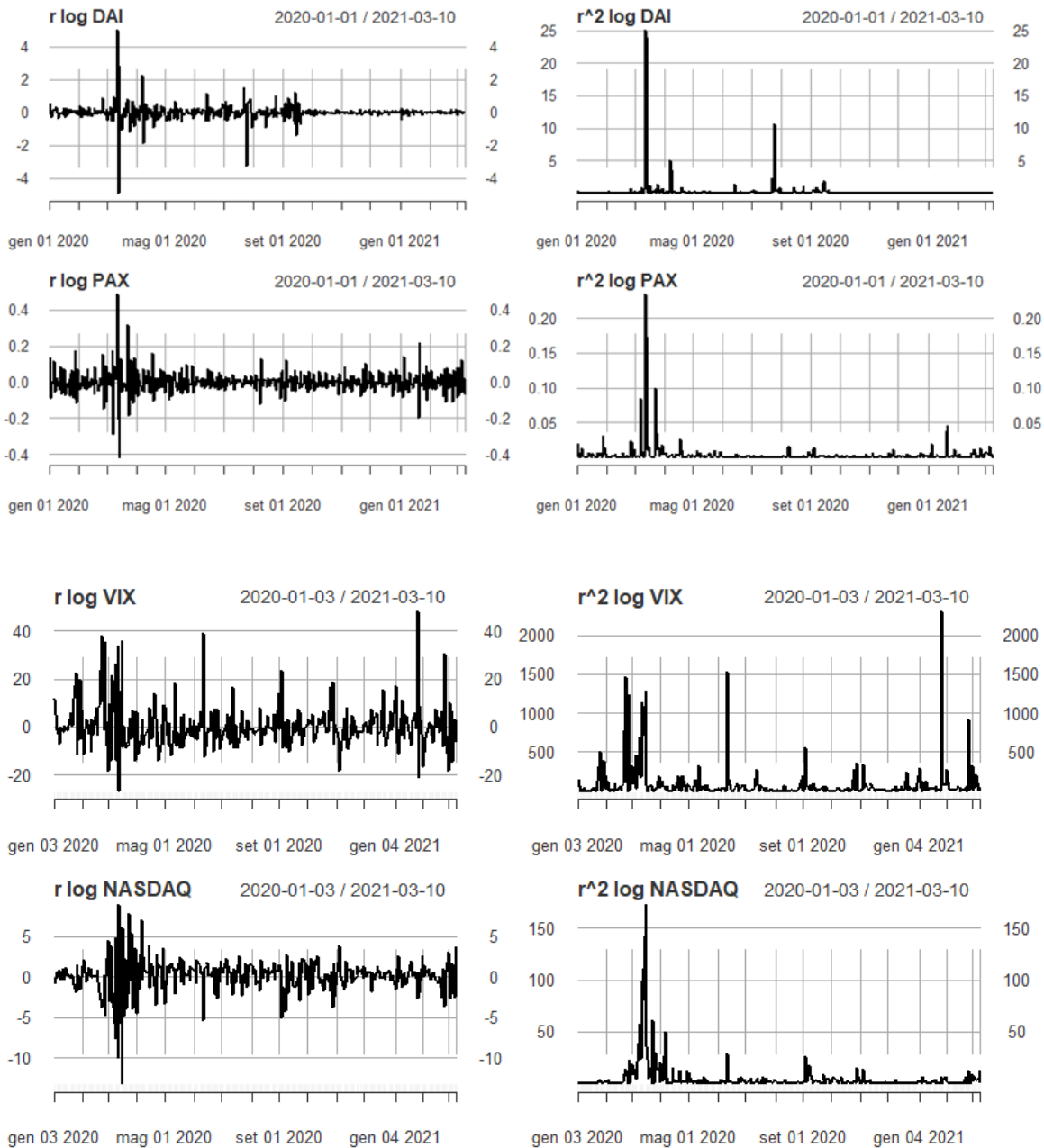


Figura 24 Rendimenti logaritmici e rendimenti logaritmici al quadrato delle serie prese in considerazione



6.7.2 Scelta dei modelli ARMA-GARCH

Il primo passo nella modellizzazione della volatilità consiste nella selezione del modello $ARMA(p,q)$ -GARCH(1,1) più adatto ai rendimenti delle serie. I modelli sono stati scelti confrontando il valore del criterio di informazione di *Akaike* (AIC) e il criterio di informazione di *Bayes* (BIC). Sulla base dei minori coefficienti AIC / BIC e sulla

significatività complessiva dei parametri rilevanti si sceglie l'adattamento migliore ad una stima più parsimoniosa.

La tabella 4 sottostante ne riporta i risultati.

Tabella 4 Stime AIC / BIC dei modelli ARMA(p,q)-GARCH(1,1)

		BTC		ETH		USDT		DAI		VIX	
		AIC	BIC	AIC	BIC	AIC	BIC	AIC	BIC	AIC	BIC
ARMA(0,0)	GARCH(1,1)	5.2278	5.2746	5.8919	5.9387	-2.1734	-2.1265	-0.0924	-0.0456	6.9284	6.9905
ARMA(0,1)	GARCH(1,1)	5.2185	5.2747	5.8825	5.9387	-2.4415	-2.3853	-0.1877	-0.1315	6.9134	6.9878
ARMA(1,0)	GARCH(1,1)	5.2171	5.2733	5.8810	5.9372	-2.3060	-2.2498	-0.1634	-0.1071	6.9127	6.9871
ARMA(1,1)	GARCH(1,1)	5.2199	5.2855	5.8818	5.9474	-2.4528	-2.3872	-0.1858	-0.1202	6.9190	7.0059
		PAX		TUSD		USDC		SP500		NASDAQ	
		AIC	BIC	AIC	BIC	AIC	BIC	AIC	BIC	AIC	BIC
ARMA(0,0)	GARCH(1,1)	-3.1304	-3.0836	-3.0125	-2.9656	-3.4360	-3.3892	3.4304	3.4924	3.8634	3.8634
ARMA(0,1)	GARCH(1,1)	-3.7496	-3.6934	-3.4916	-3.4354	-3.9598	-3.9036	3.4153	3.4897	3.7801	3.8546
ARMA(1,0)	GARCH(1,1)	-3.4085	-3.3523	-3.2007	-3.1445	-3.6324	-3.5762	3.4109	3.4853	3.7762	3.8506
ARMA(1,1)	GARCH(1,1)	-3.7450	-3.6794	-3.4895	-3.4239	-3.9566	-3.8911	3.4113	3.4981	3.7800	3.8668

I modelli scelti sulla base dei minori criteri sono il modello ARMA(1,0)-GARCH(1,1) per BTC, il modello ARMA(1,0)-GARCH(1,1) per ETH, il modello ARMA(1,1)-GARCH(1,1) per USDT, il modello ARMA(0,1)-GARCH(1,1) per DAI, il modello ARMA(0,1)-GARCH(1,1) per PAX, il modello ARMA(0,1)-GARCH(1,1) per TUSD, il modello ARMA(1,0)-GARCH(1,1) per USDC, il modello ARMA(1,0)-GARCH(1,1) per SP500, il modello ARMA(1,0)-GARCH(1,1) per NASDAQ e il modello ARMA(0,0)-GARCH(1,1) per VIX.

La scelta del modello con i minori coefficienti AIC /BIC, coincide in tutti i casi con la miglior stima dei parametri del processo, ad eccezione dell'indice VIX, il cui parametro α non risulta significativo con i minori coefficienti AIC /BIC. Si è deciso, in questo caso, di considerare il modello ARMA(0,0)-GARCH(1,1) poiché le stime dei parametri risultano in sé migliori.

6.7.3 Risultati dei modelli ARMA-GARCH

Si procede con l'esaminare le dinamiche della volatilità dei modelli *standard* GARCH utilizzati per l'analisi. I modelli sono stimati sotto l'assunzione di una distribuzione t -

student e selezionati, come precedentemente citato, in base alla stima più parsimoniosa data dai criteri di informazione AIC e BIC. Partendo dalle assunzioni di analisi più semplici della tabella 5, possiamo utilizzare le probabilità (*p-value*) per interpretare la significatività dei coefficienti stimati. Un valore *p-value* < 0.05 indica che il parametro stimato è statisticamente significativo e quindi cattura il *clustering* di volatilità dei modelli GARCH. Inoltre, ricordiamo che $\omega_i > 0$ è la costante, $\alpha_i > 0$ è il parametro che cattura la persistenza di breve periodo o l'effetto ARCH, mentre $\beta_i > 0$ è il parametro che cattura la persistenza di lungo periodo della volatilità o l'effetto GARCH. I due parametri di persistenza ($\alpha_i + \beta_i$) stimati devono risultare <1.

Dai risultati delle stime, in tutti i modelli sviluppati, la significatività di entrambi i termini di persistenza ($\alpha_i + \beta_i$) è di poco inferiore a 1 e questo indica che i *clustering* di volatilità vengono catturati dal modello. Come è tipico delle stime del modello GARCH per i dati sui rendimenti delle attività finanziarie, per tutte le stime la somma dei coefficienti $\alpha_i + \beta_i$ è vicino all'unità, il che implica un alto grado di persistenza della volatilità, determinando che gli *shock* nella varianza condizionale sono altamente persistenti e ciò significa che le notizie sulla volatilità dei periodi precedenti hanno un supporto esplicativo sulla volatilità attuale. La persistenza della volatilità è una conclusione forte proprio perché la somma dei parametri $\alpha_i + \beta_i$ è inferiore a 1. Se così non fosse il processo di varianza condizionale non sarebbe affidabile.

In tutti i casi lo *standard* GARCH (1, 1) rivela un valore molto elevato del parametro di persistenza stimato (β_i) che determina una lenta diminuzione degli aumenti della varianza condizionale dovuti agli *shock*.

I termini AR sono negativi per i modelli BTC, ETH, USDC, SP500 e NASDAQ, il che implica che i rendimenti passati hanno un impatto negativo. Mentre, le costanti ω_i per l'equazione della varianza sono approssimativamente uguali a zero per tutte le *stablecoin* considerate (USDT, DAI, PAX, TUSD, USDC); ciò dimostra che l'attuale volatilità è fortemente basata sui residui quadrati ritardati e sulla precedente volatilità del rendimento della serie. Al contrario i valori ω_i di BTC, ETH, SP500, NASDAQ e VIX presentano coefficienti maggiori, ma nel caso di BTC e VIX i *p-value* non sono significativi; risultano invece significativi allo 0,1 ETH e NASDAQ, mentre SP500 risulta significativo allo 0.05. Le stime estese sono riportate in Appendice A.

In sostanza, nel periodo 2020-2021, le *stablecoin* hanno dimostrato sia una forte persistenza della volatilità, sia una lenta diminuzione della volatilità dovuta agli eventi che hanno caratterizzato la pandemia, anche se in misura minore rispetto alle criptovalute tradizionali.

Tabella 5 Risultati stime modelli ARMA(p,q)-GARCH(1,1);

	BTC	ETH	USDT	DAI	PAX
Model	ARMA(1,0) GARCH(1,1)	ARMA(1,0) GARCH(1,1)	ARMA(1,1) GARCH(1,1)	ARMA(0,1) GARCH(1,1)	ARMA(1,0) GARCH(1,1)
Distribution	std	std	std	std	std
mu	0.3771***	0.5842***	-0.0003	-0.0033	-0.00005
ar1	-0.1037***	-0.1179***	0.1862***		
ma1			-0,7685***	-0.3570***	-0.9185***
omega	0.4150	2,8355*	0.0001**	0.0012**	0.00005
alpha	0.0882**	0.0995**	0.1185***	0.2437***	0.0983**
beta	0.9107***	0.8200***	0.8670***	0.7552***	0.8735***
shape	2,7802***	3,2076***	3,7418***	3,5949***	4,0836***

	TUSD	USDC	SP500	NASDAQ	VIX
Model	ARMA(0,1) GARCH(1,1)	ARMA(1,0) GARCH(1,1)	ARMA(1,0) GARCH(1,1)	ARMA(1,0) GARCH(1,1)	ARMA(0,0) GARCH(1,1)
Distribution	std	std	std	std	std
mu	0.0002	0.00005	0.1938***	0.3106***	-0.7252**
ar1		-0.4294***	-0.1721***	-0.1840***	
ma1	-0.8943***				
omega	0.0002**	0.0005***	0.1207***	0.2004*	10,484
alpha	0.2093***	0.4070***	0.2995***	0.2662***	0.2528**
beta	0.7304***	0.4504***	0.6994***	0.7327***	0.7169***
shape	3,6729***	3,3582***	4,4174***	3,7287***	2,9195***

Nota: *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

5.7.4 Analisi diagnostica dei modelli GARCH

Al fine di verificare la validità dell'analisi dei modelli GARCH ci assicuriamo che i residui standardizzati e i residui standardizzati al quadrato siano privi di autocorrelazione. Inoltre, dobbiamo assicurarci che il nostro modello catturi tutto l'effetto ARCH, il che significa che l'effetto ARCH non dovrebbe più esistere.

Osservando *Ljung-Box test* (Tabella 7-7.1) sui residui standardizzati e residui standardizzati al quadrato notiamo come in quasi tutti i casi i valori del $p\text{-value} > 0.05$. Non viene quindi rifiutata l'ipotesi nulla e non vi è evidenza di autocorrelazione nei residui e nei quadrati dei residui. Di conseguenza, possiamo concludere che i residui si comportano come un *White Noise*.

Nei *test* ARCH LM (Tabella 6), i valori del $p\text{-value}$ risultano superiori a 0.05. Ciò conferma che i residui si comportano come un processo WN. Inoltre, in appendice A vengono forniti i grafici *Q-Q plot* dei residui standardizzati per mostrare come la distribuzione *t-student* sia adeguata a catturare gli effetti del modello. Il livello di deviazione dalla normalità e i grafici tracciati indicano che i residui si avvicinano alla normalità usando la distribuzione *t-student*.

In sostanza, il valore $p\text{-value}$ per i due *test* è maggiore di 0.05, quindi non è possibile rifiutare l'ipotesi nulla in entrambi i casi. I modelli scelti sono probabilmente appropriati per i rendimenti delle serie logaritmiche poiché non sono rimasti effetti ARCH e i residui non mostrano *cluster* di volatilità.

L'unica variabile che presenta ancora autocorrelazione nei residui è USDC. Inoltre, anche la statistica ARCH di USDC risulta $p\text{-value} < 0.05$. Di conseguenza, il modello scelto non risulta essere appropriato poiché ancora presenti effetti ARCH e i residui mostrano *cluster* di volatilità.

Tabella 6 ARCH LM Test;

ARCH LM Test BTC			ARCH LM Test USDT		
	<i>Statistic</i>	<i>P-value</i>		<i>Statistic</i>	<i>P-value</i>
LAG [3]	0.0412	0.8390	LAG [3]	0.1775	0.6735
LAG [5]	0.8306	0.7838	LAG [5]	0.6226	0.8469
LAG [7]	0.9123	0.9274	LAG [7]	1.0132	0.9114

ARCH LM Test ETH			ARCH LM Test DAI		
	<i>Statistic</i>	<i>P-value</i>		<i>Statistic</i>	<i>P-value</i>
LAG [3]	0.1329	0.7154	LAG [3]	0.8178	0.3658
LAG [5]	3.3964	0.2372	LAG [5]	0.9770	0.7398
LAG [7]	3.0340	0.4003	LAG [7]	1.1989	0.8792

ARCH LM Test PAX			ARCH LM Test USDC		
	<i>Statistic</i>	<i>P-value</i>		<i>Statistic</i>	<i>P-value</i>
LAG [3]	0.5561	0.4558	LAG [3]	33.42	7.41E-06
LAG [5]	3.9028	0.1829	LAG [5]	34.25	5.19E-06
LAG [7]	4.6742	0.2596	LAG [7]	34.94	7.95E-06

ARCH LM Test TUSD			ARCH LM Test SP500		
	<i>Statistic</i>	<i>P-value</i>		<i>Statistic</i>	<i>P-value</i>
LAG [3]	0.1438	0.7045	LAG [3]	2.67E-03	0.9987
LAG [5]	0.1719	0.9720	LAG [5]	3.07E+00	0.9385
LAG [7]	0.3585	0.9893	LAG [7]	6.395	0.9641

ARCH LM Test NASDAQ			ARCH LM Test VIX		
	<i>Statistic</i>	<i>P-value</i>		<i>Statistic</i>	<i>P-value</i>
LAG [3]	0.0168	0.8968	LAG [3]	0.0037	0.9510
LAG [5]	0.3174	0.9356	LAG [5]	0.1483	0.9772
LAG [7]	0.6793	0.9594	LAG [7]	0.4464	0.9830

Tabella 7 *Ljung-Box Test* Residui standardizzati e Residui standardizzati al quadrato;

BTC					
<u>Ljung-Box Test on Standardized Residuals</u>			<u>Ljung-Box Test on Standardized Squared Residuals</u>		
	<i>Statistic</i>	<i>P-value</i>		<i>Statistic</i>	<i>P-value</i>
LAG [1]	1,128	0,2882	LAG [1]	0.0519	0.8196
LAG [2]	1,411	0,4880	LAG [5]	0.5378	0.9517
LAG [5]	2,792	0,4853	LAG [9]	0.0863	0.9912
ETH					
<u>Ljung-Box Test on Standardized Residuals</u>			<u>Ljung-Box Test on Standardized Squared Residuals</u>		
	<i>Statistic</i>	<i>P-value</i>		<i>Statistic</i>	<i>P-value</i>
LAG [1]	2.331	0.1268	LAG [1]	0.0687	0.7932
LAG [2]	2.629	0.0717	LAG [5]	1.8363	0.6576
LAG [5]	3.582	0.2999	LAG [9]	3.0340	0.7533
USDT					
<u>Ljung-Box Test on Standardized Residuals</u>			<u>Ljung-Box Test on Standardized Squared Residuals</u>		
	<i>Statistic</i>	<i>P-value</i>		<i>Statistic</i>	<i>P-value</i>
LAG [1]	0.2239	0.6361	LAG [1]	21.22	4,10E-03
LAG [2]	2,0613	0.9455	LAG [5]	22.01	5,40E-03
LAG [5]	3,3072	0.8388	LAG [9]	22.74	3,88E-02
DAI					
<u>Ljung-Box Test on Standardized Residuals</u>			<u>Ljung-Box Test on Standardized Squared Residuals</u>		
	<i>Statistic</i>	<i>P-value</i>		<i>Statistic</i>	<i>P-value</i>
LAG [1]	0.1913	0.6618	LAG [1]	0.0002	0.9870
LAG [2]	0.2596	0.9967	LAG [5]	0.6576	0.9309
LAG [5]	1,0374	0.9411	LAG [9]	1,1281	0.9803
PAX					
<u>Ljung-Box Test on Standardized Residuals</u>			<u>Ljung-Box Test on Standardized Squared Residuals</u>		
	<i>Statistic</i>	<i>P-value</i>		<i>Statistic</i>	<i>P-value</i>
LAG [1]	0.0237	0.8776	LAG [1]	0.0003	0.9846
LAG [2]	0.6840	0.9044	LAG [5]	1.8619	0.6514
LAG [5]	1,5426	0.8361	LAG [9]	3,9499	0.5973
TUSD					
<u>Ljung-Box Test on Standardized Residuals</u>			<u>Ljung-Box Test on Standardized Squared Residuals</u>		
	<i>Statistic</i>	<i>P-value</i>		<i>Statistic</i>	<i>P-value</i>
LAG [1]	1.025	0.3112	LAG [1]	0.8407	0.3592
LAG [2]	1,839	0.2734	LAG [5]	1,1207	0.8318
LAG [5]	7,332	0.0142	LAG [9]	1,3811	0.9647

Tabella 7.1 *Ljung-Box Test* Residui standardizzati e Residui standardizzati al quadrato;

USDC					
<i>Ljung-Box Test on Standardized Residuals</i>			<i>Ljung-Box Test on Standardized Squared Residuals</i>		
	<i>Statistic</i>	<i>P-value</i>		<i>Statistic</i>	<i>P-value</i>
LAG [1]	11.13	8,47E-01	LAG [1]	0.0174	8,95E+02
LAG [2]	22.66	0.000e+0	LAG [5]	20,789	1,18E-02
LAG [5]	31.27	6,15E-11	LAG [9]	27,720	1,82E-03
SP500					
<i>Ljung-Box Test on Standardized Residuals</i>			<i>Ljung-Box Test on Standardized Squared Residuals</i>		
	<i>Statistic</i>	<i>P-value</i>		<i>Statistic</i>	<i>P-value</i>
LAG [1]	1.036	0.3089	LAG [1]	0.0652	0.7984
LAG [2]	2,304	0.1288	LAG [5]	0.3195	0.9816
LAG [5]	3,982	0.2283	LAG [9]	0.9122	0.9896
NASDAQ					
<i>Ljung-Box Test on Standardized Residuals</i>			<i>Ljung-Box Test on Standardized Squared Residuals</i>		
	<i>Statistic</i>	<i>P-value</i>		<i>Statistic</i>	<i>P-value</i>
LAG [1]	0.6377	0.4245	LAG [1]	0.6273	0.4284
LAG [2]	1,3000	0.5544	LAG [5]	0.9970	0.8604
LAG [5]	2,3535	0.6085	LAG [9]	1,5507	0.9513
VIX					
<i>Ljung-Box Test on Standardized Residuals</i>			<i>Ljung-Box Test on Standardized Squared Residuals</i>		
	<i>Statistic</i>	<i>P-value</i>		<i>Statistic</i>	<i>P-value</i>
LAG [1]	2,678	0.1018	LAG [1]	0.2149	0.6430
LAG [2]	3,246	0.1204	LAG [5]	0.3220	0.9814
LAG [5]	4,641	0.1842	LAG [9]	0.7172	0.9951

6.7.5 La struttura della correlazione

Prima di procedere con l'analisi delle correlazioni dinamiche dei modelli DCC-GARCH, una prima indicazione riguardo le relazioni e i relativi movimenti tra le *stablecoin* ed altri *asset*, viene colta dalla stima della correlazione storica dei rendimenti logaritmici nell'intero periodo preso in considerazione e in un sottoperiodo tra il 2020-02-21 / 2020-03-23. Nella tabella 8, dal punto di vista del comportamento delle *stablecoin*, le evidenze suggeriscono come vi sia una correlazione significativa tra USDT, USDC e le criptovalute tradizionali (BTC ed ETH) che si rafforza nel sottoperiodo denotato da forte volatilità. Data l'estrema volatilità di BTC ed ETH, correlazioni positive implicano una certa non stabilità della *stablecoin*. Mentre, correlazioni tendenzialmente

nulle con ETH e BTC, sono più in linea con il concetto di stabilità espressa dal termine. Il comportamento delle *stablecoin* tra loro non sempre risulta positivamente correlato, sintomo probabilmente che queste realtà non si muovono in modo così stabile ed omogeneo. Nel sottoperiodo (tabella 8.1) le relazioni tendono a rafforzarsi in senso negativo o positivo.

Tabella 8 Correlazioni incondizionali rendimenti logaritmici

	ETH	BTC	USDT	TUSD	DAI	PAX	USDC
ETH	1	0,8319***	0,3327***	-0,0393	-0,3251***	-0,1886***	0,3518***
BTC		1	0,3272***	0,0082	-0,3439***	-0,1725***	0,3320***
USDT			1	0,2405***	-0,4464***	0,1060*	0,4843***
TUSD				1	0,0024	0,3461***	0,2617***
DAI					1	0,1806***	-0,3399***
PAX						1	0,0042
USDC							1

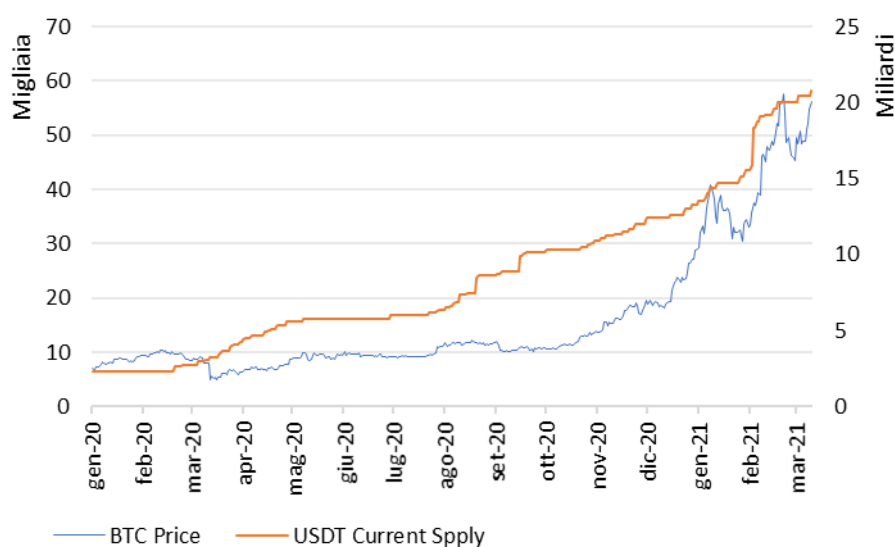
Tabella 8.1 Periodo 2020-02-21 / 2020-03-23

	ETH	BTC	USDT	TUSD	DAI	PAX	USDC
ETH	1	0,9810***	0,4821***	-0,1205	-0,7338***	-0,3856*	0,6847***
BTC		1	0,439*	-0,0978	-0,7195***	-0,3702*	0,6820***
USDT			1	0,2586	-0,7404***	-0,0253	0,5670***
TUSD				1	0,0637	0,5291**	0,2182
DAI					1	0,4123*	-0,6662***
PAX						1	-0,2297
USDC							1

Inoltre, supportando le evidenze di *cryptocompare.com*, secondo cui oltre il 50% di tutto il *trading* di Bitcoin viene condotto attraverso USDT, la figura 25, riporta un grafico in cui risulta evidente la correlazione positiva tra il prezzo del BTC e il circolante attivo di USDT nel canale *Ethereum*. Dal grafico risulta interessante seguire lo sviluppo inverso tra il prezzo di BTC e le emissioni di *token* USDT nel periodo di marzo 2020, coerente con l'ipotesi che la *stablecoin* possa aver rappresentato un bene rifugio nei confronti di BTC: nel momento in cui il prezzo di BTC si riduce, cresce il circolante di USDT. Da allora la crescita dell'emissione di USDT, ha seguito la crescita esponenziale del prezzo di BTC.

Secondo *coinGecko.com*, a partire dalla metà della giornata del 17 marzo 2020 nel mercato asiatico, il volume di 24 ore di USDT era di \$ 94 miliardi contro i \$ 56 miliardi di Bitcoin.

Figura 25: Confronto tra prezzo BTC e totale circolante USDT / ETH nel periodo 01-01-2020 / 10-03-2021;



Fonte: Elaborazione personale su dati *CoinMetrics*

Nota: USDT emesso nella *blockchain Ethereum*; il prezzo del BTC è espresso in migliaia, mentre l'emissione di token di USDT è espressa in miliardi.

La tabella 9 sottostante considera il comportamento di USDT, nei confronti di tre indici tradizionali, ovvero SP500, NASDAQ e VIX. Il comportamento della *stablecoin* suggerisce come queste variabili si muovano in senso opposto, rafforzando la correlazione negativa nel sottoperiodo (Tabella 9.1). Nei momenti più critici del mercato azionario, sembra che le *stablecoin* possano aver reagito in modo diverso alla contrazione del mercato. Eccezione fatta per il VIX, che risulta positivamente correlato; relazione che si rafforza poi nel sottoperiodo. In questo caso la correlazione positiva ce la si poteva aspettare in ragione della caratterizzazione del VIX come termometro della volatilità dovuta all'incertezza nei mercati.

Tabella 9 Correlazioni incondizionali USDT e Indici

	VIX	SP500	USDT	NASDAQ
VIX	1	-0,7096***	0,1984***	-0,7210***
SP500		1	-0,3349***	0,9539***
USDT			1	-0,3048***
NASDAQ				1

Tabella 9.1 Sottoperiodo 2020-02-21 / 2020-03-23

	VIX	SP500	USDT	NASDAQ
VIX	1	-0,8157***	0,4095***	-0,8491***
SP500		1	-0,5158***	0,9896***
USDT			1	-0,4864***
NASDAQ				1

6.7.6 Studio delle Correlazioni condizionali

Dalle correlazioni condizionali dinamiche estratte dai modelli DCC-GARCH possiamo cogliere le interdipendenze del comportamento delle *stablecoin* nel periodo considerato rispetto a due criptovalute (BTC ed ETH) e rispetto a tre indici tradizionali (SP500, VIX e NASDAQ). Gli effetti della correlazione variabile nel tempo, colti dai coefficienti *alpha* e *beta*, risultano tutti significativi, ad eccezione del parametro *alpha* del modello “BTC-ETH-PAX”, che non risulta significativo. In generale, i coefficienti *alpha* sono molto vicini allo zero, indicando la scarsa sensitività della correlazione agli *shock*, mentre il valore di *beta*, con un valore molto alto e vicino a uno, indica l’elevato grado di persistenza della correlazione dinamica. Il coefficiente *beta* minore è rappresentato dal modello comprendente le sole *stablecoin* (0.719), mentre i confronti con BTC ed ETH risultano molto elevati ed in media superiori a 0.90. Nel complesso, le stime riportate nella tabella 10 presentano una correlazione dinamica significativa.

Tabella 10 Risultati parametri DCC

DCC	DCC Alpha	DCC Beta
BTC-ETH-USDT	0.017951*** (0.006)	0.982049*** (0.010)
BTC-ETH-DAI	0.021366* (0.013)	0.977504*** (0.019)
BTC-ETH-TUSD	0.064838** (0.030)	0.908461*** (0.057)
BTC-ETH-PAX	0.016752 (0.011)	0.979120*** (0.018)
BTC-ETH-USDC	0.019142*** (0.005)	0.980858*** (0.007)
SP500-USDT-NASDAQ-VIX	0.050660*** (0.013)	0.867628*** (0.022)
USDT-TUSD-DAI-PAX-USDC	0.070520*** (0.022)	0.719982*** (0.084)

Nota: *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01; tra parentesi lo *standard error*

Passando all’analisi grafica delle successive tabelle, in tutti i grafici considerati si nota un rapido aumento della correlazione, o una sua rapida discesa nel marzo 2020, raggiungendo in tutti i casi il valore estremo di correlazione.

Dai grafici della tabella 11, si presentano le correlazioni dinamiche tra le *stablecoin* valutate e il BTC. Le correlazioni tra l'andamento del BTC e di USDT, coincidente con il periodo più turbolento del mercato delle criptovalute e l'inizio della pandemia, è molto forte e persistente in tutto il periodo (≈ 0.7). Questi casi coincidono con il periodo in cui si è verificata una significativa perdita di valore delle criptovalute, in particolare per Bitcoin ed *Ethereum*. Inversamente rispetto al periodo di marzo 2020, nonostante a settembre 2020 ci sia stato un altro ribasso del prezzo del BTC, in questo caso la correlazione con USDT è scesa, pur rimanendo sempre positiva.

Comportamento simile a USDT, viene evidenziato in USDC, dove c'è un forte aumento della correlazione da tendenzialmente nulla a positiva (0.4) in un brevissimo intervallo temporale, salvo poi ridimensionarsi molto lentamente e stabilizzarsi di nuovo attorno al valore nullo nel gennaio 2021.

La dinamica delle correlazioni condizionali tra BTC, PAX, DAI e TUSD, si discosta dalle due *stablecoin* precedenti. Nello specifico, la correlazione tra BTC e DAI, già di per sé negativa, raggiunge l'estremo valore in -0.7 nel periodo di marzo 2020, spinta principalmente dai problemi che hanno afflitto la *stablecoin* relativi alle liquidazioni a cascata alla base della deviazione del *peg*, cresciuto con la domanda di mercato necessaria per chiudere le posizioni di debito. TUSD invece, passa da avere una correlazione positiva (0.4), ad averne una negativa (-0.2) in un breve arco temporale. Il comportamento di questa *stablecoin* sembra ancora meno stabile considerando la correlazione dinamica negli altri periodi con crescita e decrescita rapide. A differenza della reazione di USDT nel settembre 2020, TUSD reagisce positivamente in dipendenza con il BTC.

Mentre PAX, partendo da una situazione di dipendenza tendenzialmente nulla, inverte la tendenza con una correlazione negativa (-0.5) in un breve intervallo, salvo poi rientrare lentamente al valore nullo solo a settembre 2020.

Le reazioni in controtendenza delle correlazioni dinamiche tra DAI, TUSD e PAX potrebbe essere spiegata dal panico conseguente al crollo dei prezzi del BTC; gli investitori potrebbero aver spostato la loro preferenza da Bitcoin a queste *stablecoin* per preservarne il valore. Questa evidenza si ipotizza dal disaccoppiamento tra Bitcoin e queste *stablecoin*, che si riflette in una diminuzione dei valori di correlazione condizionale. L'analisi delle serie di correlazione condizionale ha rilevato il fatto che la

struttura di correlazione tra queste *stablecoin* e BTC pare si sia indebolita durante il periodo del crollo del mercato. Ulteriore analisi a supporto di questa ipotesi viene presentata nel paragrafo successivo.

Riconosciuta inoltre, la forte correlazione positiva tra BTC ed ETH, le medesime considerazioni sono valide anche per le correlazioni dinamiche dei modelli tra *stablecoin* ed ETH (tabella 12).

Tabella 11 Correlazioni condizionali dinamiche modelli DCC-GARCH *stablecoin*-BTC;

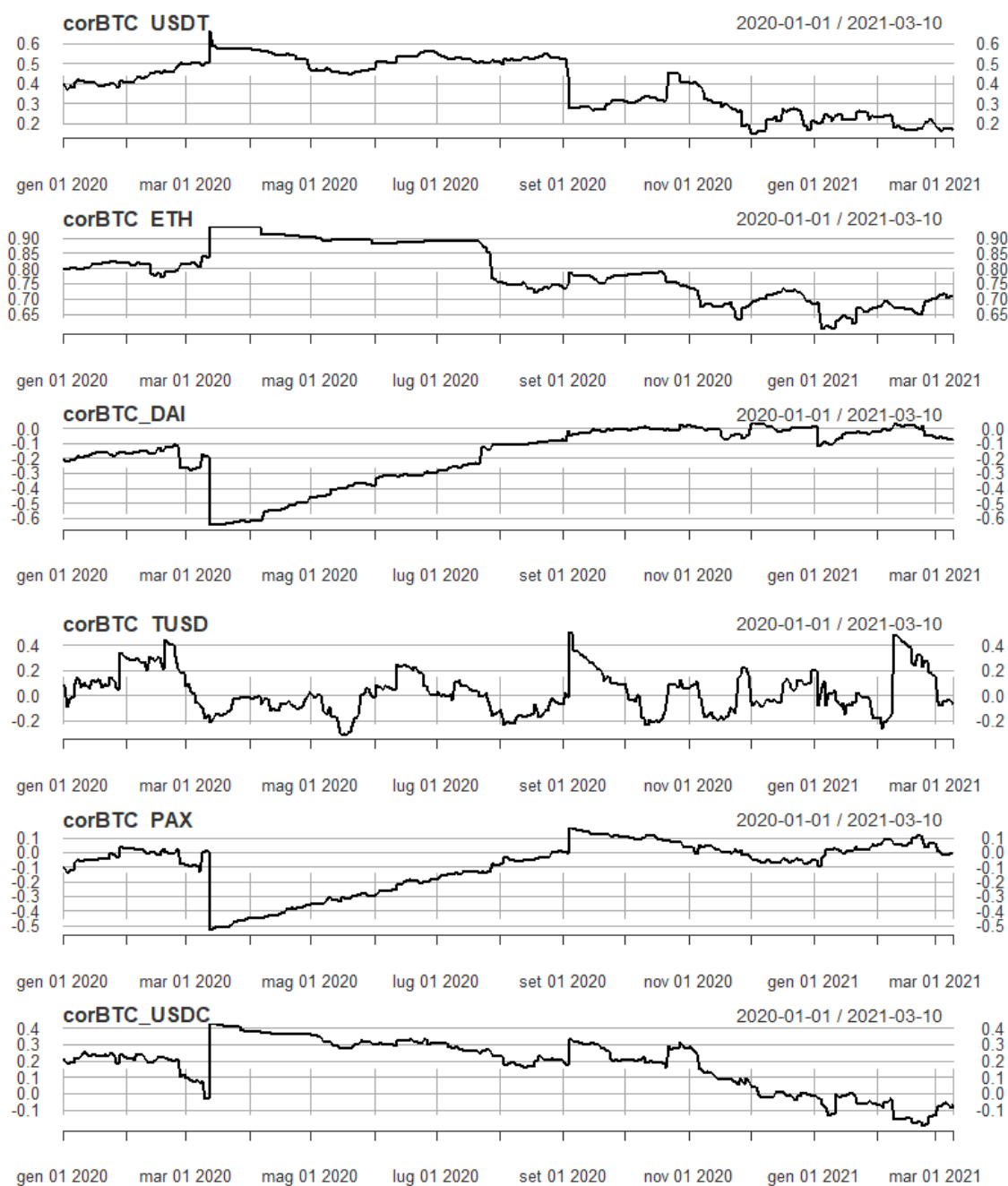
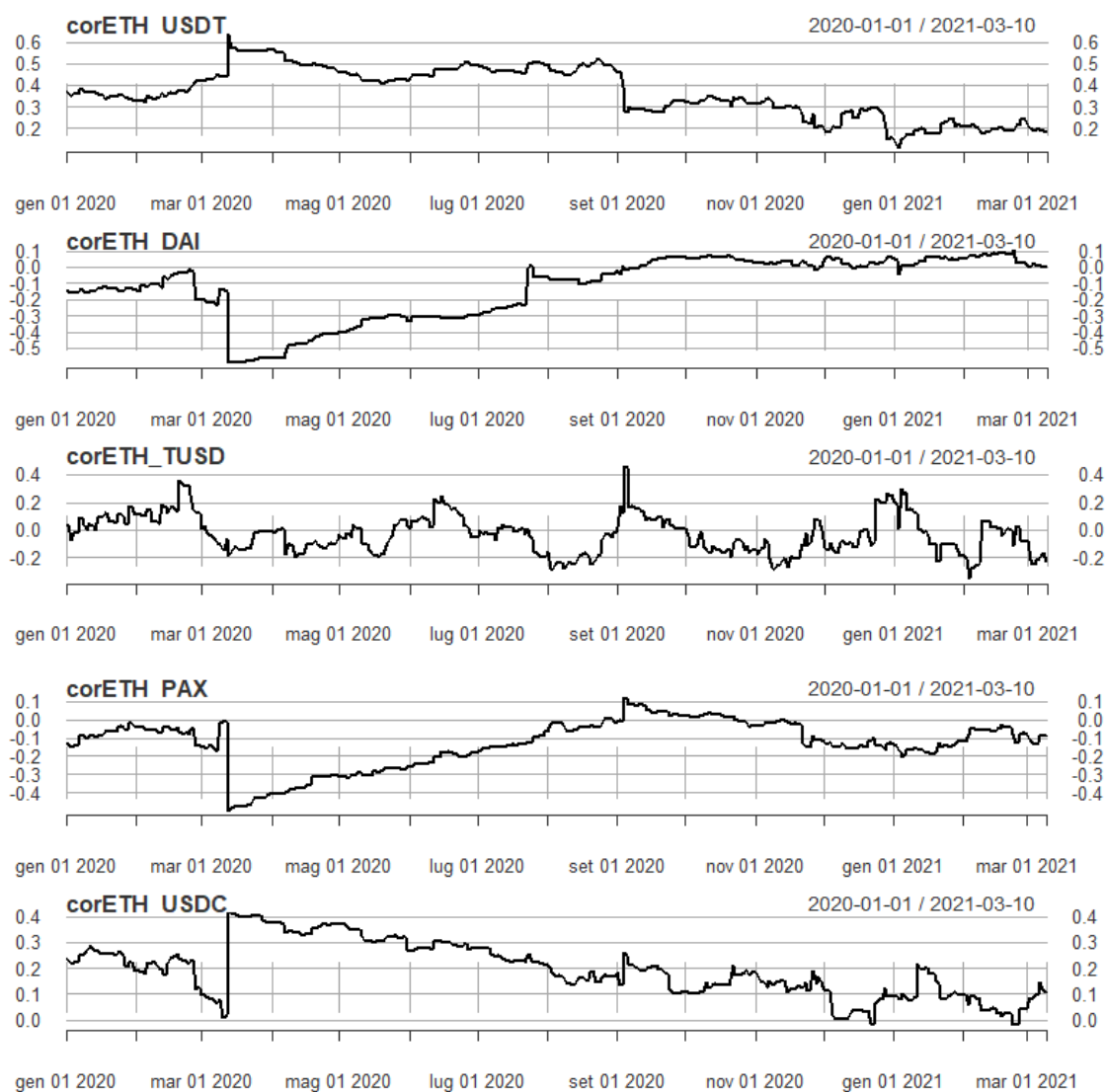


Tabella 12 Correlazioni condizionali dinamiche modelli DCC-GARCH *stablecoin*-ETH;



Per quanto riguarda la dinamica delle correlazioni condizionali tra *stablecoin*, non sembra esserci una particolare correlazione (Tabella 13 e 13.1). Fanno eccezione gli eventi di marzo 2020, in cui si nota il comportamento divergente tra le *stablecoin* che hanno reagito in controtendenza nel confronto con BTC ed ETH.

Tabella 13 *Correlazioni condizionali tra Stablecoin;*

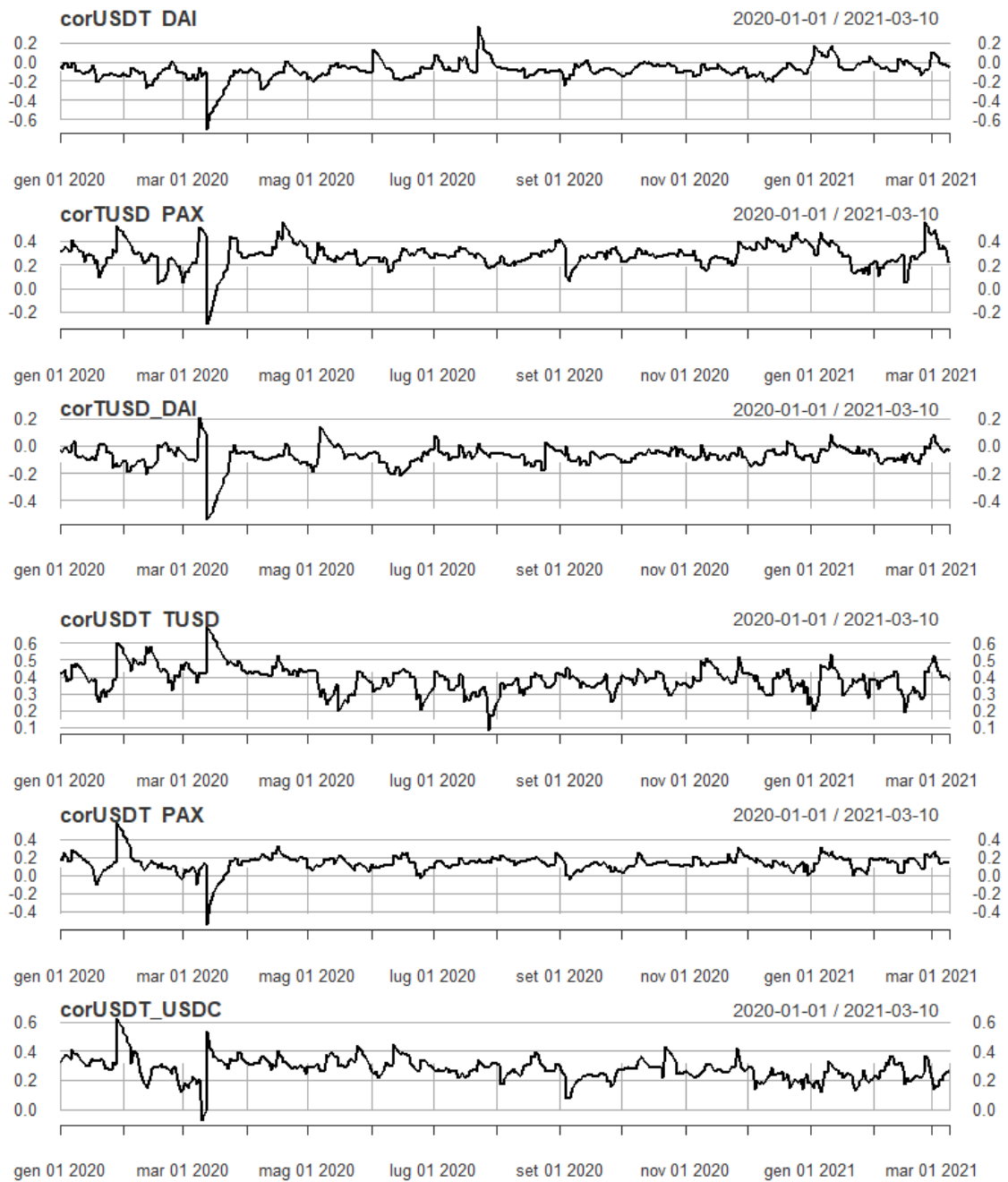
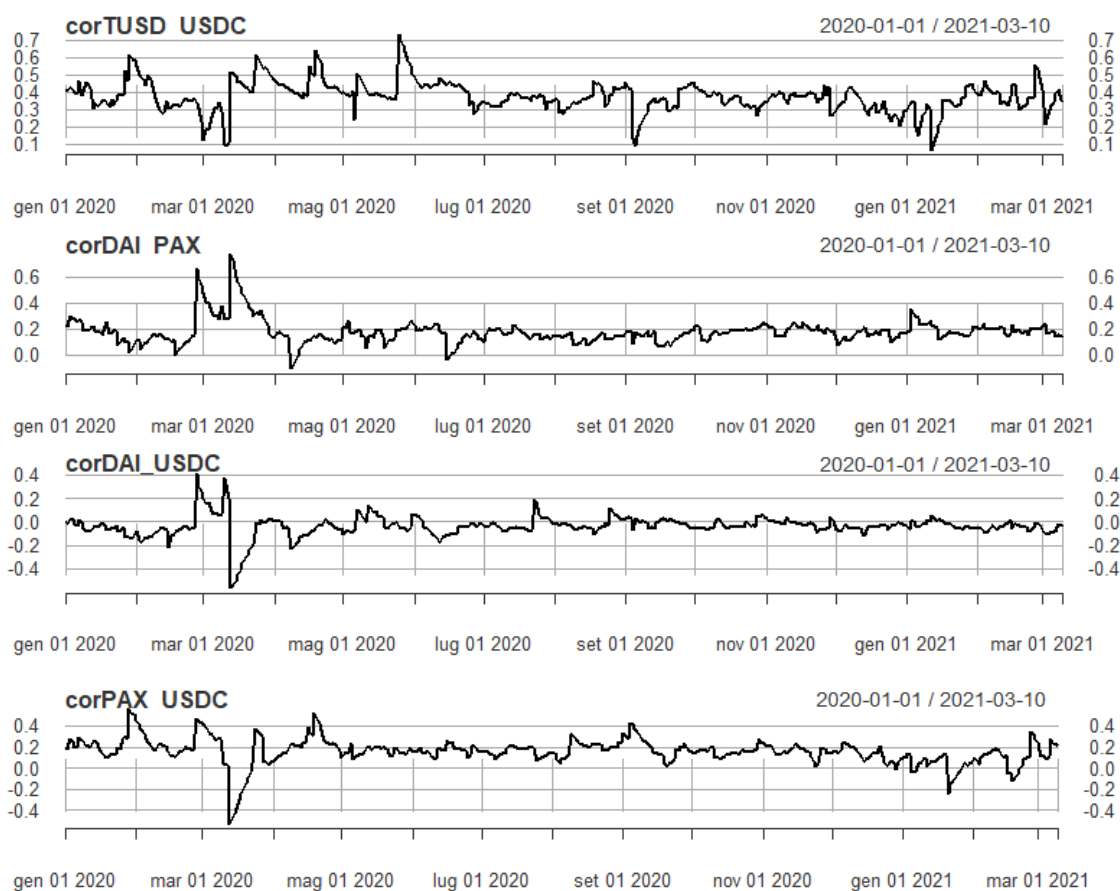
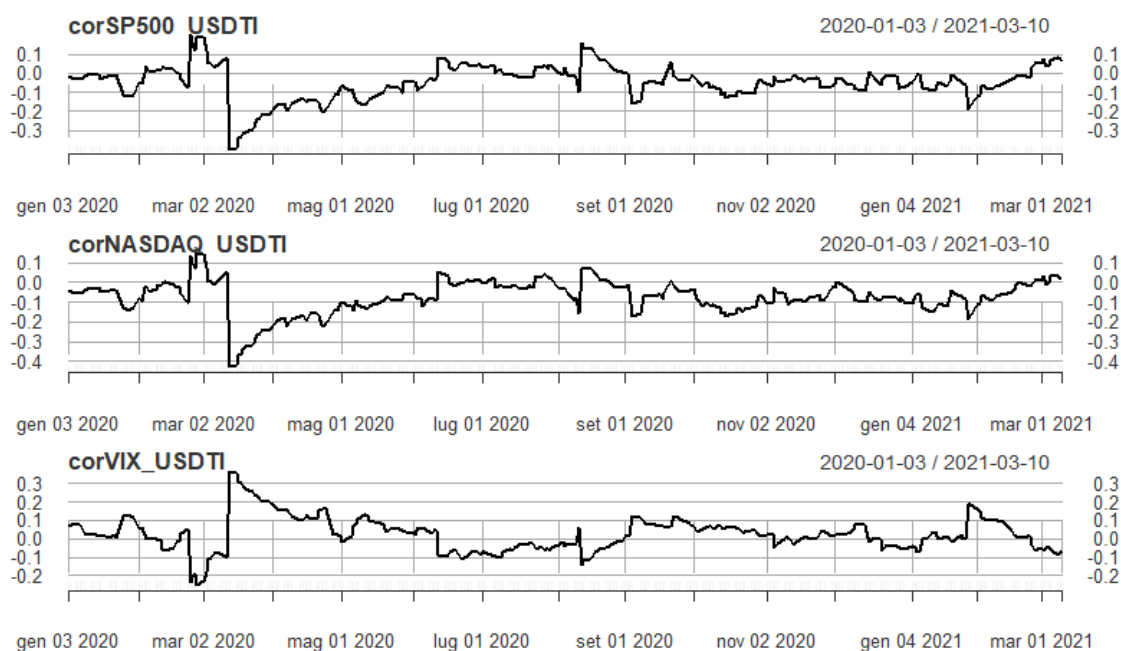


Tabella 13.1 *Correlazioni condizionali tra Stablecoin;*



Come ipotizzabile, nel verificare le correlazioni condizionali dinamiche tra USDT e gli indici di mercato SP-500, NASDAQ e VIX (Tabella 14), in coincidenza con l'estremo ribasso del mercato azionario, USDT reagisce positivamente, portandosi da una correlazione tendenzialmente nulla, ad una correlazione estremamente negativa (≈ -0.4), salvo poi lentamente ritornare a valori nulli nei periodi successivi, anche se più velocemente rispetto al comportamento tra criptovalute. Storicamente, l'indice azionario statunitense di riferimento, l'S&P 500 e l'indice di volatilità VIX, si muovono in direzioni opposte. In altre parole, se il mercato azionario sale lentamente, il VIX spesso si sgonfia lentamente. Se le azioni precipitano, la misura della volatilità aumenta. Questo generalmente porta ad una correlazione negativa. Al contrario, nel caso di USDT, la correlazione è estremamente positiva nel periodo di marzo 2020.

Tabella 14 Correlazioni condizionali dinamiche del modello DCC tra USDT e indici;



6.8 Risultati stime regressioni

L'analisi della correlazione condizionale condotta nella sezione precedentemente è informativa sulla comprensione delle relazioni generali tra le variabili. Tuttavia, non sono analisi esaustive nel determinare se queste attività finanziarie forniscono protezione reciproca in caso di variazioni estreme dei prezzi. Le tabelle 15-16-17 mostrano le stime delle regressioni in cui i coefficienti DCC sono regrediti su una costante e su tre variabili *dummy*, che rappresentano i livelli di quantili di estrema volatilità degli *asset* a confronto, coincidenti con il 10%, 5% e 1% dei rendimenti più negativi associati a ciascun *asset* nel periodo indagato.

Al fine di esaminare le proprietà di diversificazione, copertura o bene rifugio, la tabella 17 presenta le stime della regressione delle *stablecoin* nei confronti del BTC, sull'intero periodo di osservazione (Panel A) e su un periodo ridotto coincidente con i giorni più turbolenti del mercato azionario e dal *crypto-crash* del 12 marzo 2020, derivanti dall'evolversi della pandemia (Panel B). Partendo dal Panel A e dall'analisi delle stime di m_0 , ovvero la costante del nostro modello, per analizzare la proprietà di diversificazione o copertura delle *stablecoin* rispetto a BTC, le stime sulla regressione di USDT, TUSD,

USDC sono positive e statisticamente significative, indicando la correlazione positiva tra la criptovaluta tradizionale e le *stablecoin* durante l'intero periodo preso in considerazione. Il risultato è coerente con il fatto che queste *stablecoin* possono essere utilizzate dagli investitori con un ruolo di diversificazione per appianare il rischio in un eventuale gestione di portafoglio, ma non con un ruolo di copertura. Al contrario DAI e PAX presentano un coefficiente negativo e statisticamente significativo, conforme con la proprietà di copertura ai movimenti del BTC, aiutando a ridurre le proprie perdite assumendo una posizione di compensazione in quella specifica attività. Tuttavia, PAX pur presentando un coefficiente negativo, questo è tendenzialmente vicino a zero, indicandone una scarsa proprietà di copertura, mentre i risultati di DAI potrebbero essere fuorvianti in ragione della crisi innescata dalle liquidazioni dei *vault*. Ad ogni modo, la persistenza di un valore negativo significativo sembra indicare che queste attività si possono configurare in una debole copertura contro il rischio correlato alla volatilità del BTC. Tale risultato indica bene che gli investitori potrebbero trarre un lieve vantaggio dalla copertura del proprio portafoglio di criptovalute tramite *DAI e PAX* durante i periodi di estrema volatilità nel mercato, mentre generalmente le altre *stablecoin* sembrano essere più adatte ad un ruolo di diversificazione di portafoglio.

Concentrandoci poi sui coefficienti m_1 , m_2 , m_3 (corrispondenti ai quantili del 1%, 5%, 10%) per esplorare il ruolo di bene rifugio delle *stablecoin* rispetto alle criptovalute tradizionali nei momenti di estremo ribasso, le stime sono per lo più non significative, ad eccezione di TUSD che risulta negativa e statisticamente significativa in m_3 , denotando la capacità di TUSD di agire come forte rifugio sicuro, reagendo positivamente a variazioni negative (1% quantile) del prezzo del BTC. Quanto ai coefficienti irrilevanti e negativi, aiutano a ben indicare come le *stablecoin* si dimostrano un debole bene rifugio rispetto a BTC rispetto agli altri quantili, in linea con l'ipotesi che possono aver risposto positivamente a grandi variazioni negative del prezzo di BTC. Le stime positive non sono invece coerenti con la proprietà di bene rifugio e potrebbero indicare l'instabilità della *stablecoin*.

Procedendo con le stime del Panel B, relativo al periodo 2020-02-21 / 2020-03-23 e caratterizzato da forte *stress* e ribassi non solo nei mercati tradizionali, ma anche da pesanti passività tra le criptovalute. I coefficienti di copertura m_0 sono in linea con il Panel A, mentre si possono trarre delle differenze dalle stime dei coefficienti m_1 , m_2 , m_3 ,

riguardo la proprietà di bene rifugio in questo periodo di mercato particolarmente volatile. I coefficienti negativi e statisticamente significativi di DAI, PAX e USDC associati al modello indicano bene come queste tre *stablecoin* rappresentano un bene rifugio forte al livello di quantile dell'1% per quanto riguarda DAI e PAX e al livello di significatività del 5% per quanto riguarda USDC.

Di conseguenza, un rifugio sicuro legato a questa criptovalute potrebbe fornire un vantaggio agli investitori delle criptovalute oltre a una copertura a lungo termine, poiché queste *stablecoin* sembrano poter contribuire notevolmente alla riduzione del rischio, specialmente durante i periodi di estrema volatilità del mercato crypto. Le altre *stablecoin* risultano negative, ma non statisticamente significative, per almeno uno dei quantili considerati, ma anche in questo caso aiutano a determinare la proprietà di debole bene rifugio delle *stablecoin* considerate rispetto a BTC, in linea con l'ipotesi del Panel A che possono aver risposto positivamente a grandi variazioni negative del prezzo di BTC.

Tabella 15 Regressioni *Stablecoin* e BTC

		Hedge (m_0)	10% quantile (m_1)	5% quantile (m_2)	1% quantile (m_3)
Panel A: Potenziale ruolo delle <i>Stablecoin</i> contro BTC					
<i>Tether</i>	USDT	0.394***	-0.063	0.044	-0.015
<i>Dai</i>	DAI	-0.172***	0.143	-0.074	-0.030
<i>Paxos Standard</i>	PAX	-0.084***	0.139	-0.039	-0.049
<i>True USD</i>	TUSD	0.031***	-0.035	0.047	-0.062*
USD Coin	USDC	0.182***	-0.121	0.010	-0.019
Panel B: Sottoperiodo 2020.02.21-2020.03.23					
<i>Tether</i>	USDT	0.519***	-0.002	-0.082	0.064*
<i>Dai</i>	DAI	-0.347***	0.078	0.376	-0.296*
<i>Paxos Standard</i>	PAX	-0.194***	0.147	0.380	-0.321*
<i>True USD</i>	TUSD	0.038	-0.069	0.088	-0.205
USD Coin	USDC	0.211***	-0.095	-0.359*	0.213

Nota: *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

La tabella 16 presenta le stime della regressione delle *stablecoin* nei confronti di ETH. In questo caso, i coefficienti di copertura m_0 risultano statisticamente significativi e in linea con i parametri BTC, ad eccezione di TUSD nel Panel A, che risulta negativo e

statisticamente significativo, anche se vicino allo zero. Le stime di m_0 sulla regressione di USDT e USDC sono positive e statisticamente significative, indicando la correlazione positiva tra ETH e le *stablecoin* durante l'intero periodo preso in considerazione, anche in questo caso coerente con il fatto che queste *stablecoin* possono essere utilizzate dagli investitori con un ruolo di diversificazione per appianare il rischio in un eventuale gestione di portafoglio. Al contrario DAI, PAX e TUSD presentano un coefficiente negativo e statisticamente significativo, coerente con la proprietà di copertura ai movimenti di ETH, aiutando a ridurre le proprie perdite assumendo una posizione di compensazione in quella specifica attività. Inoltre, concentrandoci poi sulle stime dei coefficienti m_1 , m_2 , m_3 nel Panel B, DAI e PAX risultano negativi e statisticamente significativa in m_3 , mentre USDC risulta negativa e statisticamente significativa nel quantile 5%, denotandone la capacità di agire come forte rifugio sicuro, reagendo positivamente rispettivamente a variazioni negative (1% quantile e 5% quantile) del prezzo del ETH.

Tabella 16 Regressioni *Stablecoin* ed ETH

		Hedge (m_0)	10% quantile(m_1)	5% quantile (m_2)	1% quantile (m_3)
Panel A: Potenziale ruolo delle <i>Stablecoin</i> contro ETH					
<i>Tether</i>	USDT	0.365***	-0.053	-0.008	0.004
<i>Dai</i>	DAI	-0.125***	0.071	0.011	-0.022
<i>Paxos Standard</i>	PAX	-0.128***	0.096	-0.019	-0.018
<i>True USD</i>	TUSD	-0.031***	0.053	0.020	-0.003
USD Coin	USDC	0.196***	-0.079	-0.025	0.019
Panel B: Sottoperiodo 2020.02.21-2020.03.23					
<i>Tether</i>	USDT	0.464***	-0.008	-0.121	0.107*
<i>Dai</i>	DAI	-0.284***	0.083	0.357	-0.306*
<i>Paxos Standard</i>	PAX	-0.220***	0.164	0.303	-0.258*
<i>True USD</i>	TUSD	0.009***	0.025	0.047	-0.144
USD Coin	USDC	0.216***	-0.046	-0.348*	0.196*

Nota: *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

La tabella 17 presenta le stime della regressione della *stablecoin* più scambiata (USDT) e due dei principali indici (S&P-500 e NASDAQ). Partendo dall'analisi delle stime di m_0 del Panel A per analizzare la proprietà di diversificazione o copertura di USDT rispetto allo S&P-500, vediamo come la stima sulla regressione presenta un coefficiente negativo e statisticamente significativo, coerente con la proprietà di

copertura ai movimenti dello S&P-500, aiutando a ridurre le proprie perdite assumendo una posizione di compensazione nei confronti dell'indice. Tuttavia, il valore tendenzialmente vicino allo zero ne denota una debole proprietà di copertura; il risultato è interessante se confrontato con il comportamento di USDT nei confronti di BTC ed ETH, in cui risulta una correlazione positiva significativa che ne denota una qualità di sola diversificazione, ma non di copertura. Le stime dei coefficienti m_1 , m_2 , m_3 di USDT nei confronti dello SP500, risultano statisticamente non significative sia per il Panel A, sia per il Panel B. Passando poi all'analisi degli effetti di USDT sull'indice NASDAQ, le stime di m_0 risultano speculari al comportamento dello S&P-500, mentre la stima di m_2 nel Panel A risulta negativa e statisticamente significativa denotando la capacità di USDT di agire come forte rifugio sicuro, reagendo positivamente a variazioni negative (5% quantile) del prezzo dell'indice. Anche in questo caso, un rifugio sicuro potrebbe fornire un ulteriore vantaggio agli investitori azionari oltre a una copertura a lungo termine, poiché USDT sembra poter contribuire alla riduzione del rischio, specialmente durante i periodi di estrema volatilità del mercato azionario. Pur essendo i coefficienti dei Panel B di entrambi gli indici irrilevanti, la negatività dei coefficienti ci aiuta ad indicare come USDT si dimostra un debole bene rifugio rispetto a SP500 e NASDAQ nel 5% quantile, in linea con l'ipotesi che può aver risposto positivamente a variazioni negative del prezzo dei mercati azionari.

Tabella 17 Regressioni USDT e Indici

		Hedge (m_0)	10% quantile(m_1)	5% quantile (m_2)	1% quantile (m_3)
Panel A: Potenziale ruolo di <i>Tether</i> contro SP-500					
<i>Tether</i>	USDT	-0.041***	0.013	-0.041	-0.016
Panel B: Sottoperiodo 2020.02.21-2020.03.23					
<i>Tether</i>	USDT	-0.045	-0.468	0.028	0.096
Panel A: Potenziale ruolo di <i>Tether</i> contro NASDAQ					
<i>Tether</i>	USDT	-0.071***	0.011	-0.108***	0.050*
Panel B: Sottoperiodo 2020.02.21-2020.03.23					
<i>Tether</i>	USDT	-0.081*	-0.472	0.037	0.096

Nota: *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

6.9 Discussione dei risultati

Le evidenze delle stime, nonché le analisi grafiche, hanno dimostrato come, nel periodo 2020-2021, le *stablecoin* hanno attestato sia una forte persistenza della volatilità, sia una lenta diminuzione della stessa dovuta agli eventi che hanno caratterizzato la pandemia. L'alta misura della persistenza suggerisce che uno *shock* alla volatilità delle *stablecoin* ha effetti persistenti nel lungo periodo. La paura innescata dal covid-19 e stimolata dalla svendita nei mercati azionari ha portato ad un'enorme corsa alla liquidità, causando anche la crisi sul mercato delle criptovalute del 12 marzo 2020.

I risultati della ricerca dimostrano come le *stablecoin* non risultano sempre stabili in modo coerente e affidabile. In particolare, il danno più evidente è dovuto al repentino calo del prezzo di alcune criptovalute chiave come Bitcoin ed *Ethereum*. Ad esempio, la diminuzione del prezzo di ETH ha comportato di riflesso la liquidazione e chiusura di parecchi *vault* che erano stati aperti proprio mettendo a garanzia ETH per generare la *stablecoin* DAI.

Per riassumere i risultati dell'analisi di regressione:

USDT sembra essere un diversificatore nei confronti delle criptovalute tradizionali, mentre svolge un ruolo di copertura rispetto agli indici. Le stime di m_1 , m_2 , m_3 indicano che c'è un ruolo di bene rifugio debole nei confronti di BTC, ETH e SP500, mentre per l'intero periodo del NASDAQ si prefigura una proprietà di bene rifugio forte. DAI e PAX sembrano avere la proprietà di copertura in tutti i Panel, mentre risultano deboli beni rifugio nell'intero periodo, ma forti beni rifugio nel periodo ridotto. TUSD e USDC risultano diversificatori e deboli beni rifugio nel Panel completo, mentre USDC nel periodo ridotto risulta un forte bene rifugio.

Nell'analisi, distinguiamo tra una forma debole e una forma forte dell'effetto bene rifugio. Secondo Baur & McDermott (2009) un rifugio sicuro debole proteggerà gli investitori nella misura in cui non si muoverà in linea con altre attività in risposta a *shock* negativi di mercato, mentre il rifugio forte, spostandosi inversamente rispetto ad altre attività durante i periodi di *stress* di mercato, riduce le perdite complessive per gli investitori.

Nel riflettere sul motivo per cui le *stablecoin* a volte fungono da bene rifugio per le criptovalute tradizionali, una possibile interpretazione è che al verificarsi di condizioni estreme di *stress* nel mercato, gli investitori trasferiscano i loro *asset* dalle criptovalute tradizionali ad alcune *stablecoin* e questo porta all'apprezzamento delle stesse portandole a deviare positivamente dal *peg*, aumentandone la domanda. Un altro ipotetico commento potrebbe considerare che in ragione di *shock* negativi, gli investitori trasferiscono i loro *asset* dalle criptovalute ai tradizionali beni rifugio (ad esempio, USD e oro) per ridurre i rischi di portafoglio, il che porta all'aumento del prezzo di USD e oro, causando l'apprezzamento delle *stablecoin* corrispondenti.

In linea di principio, la stabilità assoluta viene caratterizzata da variazioni prossime allo zero o da qualche variazione, ma con un comportamento tendenzialmente omogeneo, mentre una stabilità relativa può essere definita da una minor volatilità rispetto alle criptovalute tradizionali, ma maggiore volatilità rispetto a una valuta fiat. Inversamente, secondo Baur & Hoang (2020) i rendimenti in eccesso di una *stablecoin* rappresentano una fonte di instabilità e volatilità. Una *stablecoin*, nel caso non dovesse muoversi con le fluttuazioni di criptovalute come Bitcoin o *Ethereum* in tempi di estrema volatilità, fornisce un debole rifugio sicuro facendo esattamente quello che suggerisce il suo nome nel mercato delle criptovalute, ovvero prefigurarsi come attività "stabile"; la sua volatilità dovrebbe essere vicina allo zero (o idealmente uguale a zero) ed inoltre non dovrebbe variare in modo significativo e/o persistente nel tempo. Nel caso in cui una *stablecoin* reagisca positivamente a rendimenti estremamente negativi delle criptovalute tradizionali, la *stablecoin* fornisce un forte rifugio sicuro. In altre parole, una proprietà di bene rifugio forte priva una *stablecoin* della sua proprietà di stabilità, mentre una proprietà di bene rifugio debole è una condizione necessaria ma non sufficiente a garantire questa stabilità. Le evidenze possono essere a sostegno delle interdipendenze all'interno del mercato tra *stablecoin* e delle criptovalute tradizionali, ma anche nel mercato azionario tradizionale.

Ulteriore fonte di instabilità deriva dal fatto che le *stablecoin* vengono utilizzate per il *trading* di criptovalute e non (principalmente) come riserva di valore o mezzo di scambio. Inoltre, la significativa correlazione dei rendimenti di USDT con i rendimenti dei Bitcoin implica che un'eccessiva volatilità delle *stablecoin* rende queste monete non

solo instabili, ma anche potenziali veicoli di volatilità. Come evidenziato da *CoinMetrics* (2021), l'aumento delle *stablecoin* potrebbe avere un impatto significativo su BTC ed ETH, con un conseguente dibattito attivo sul fatto che aiutino la piattaforma aumentando l'utilizzo complessivo o la danneggino aumentando le commissioni. Inoltre, le *stablecoin* forniscono liquidità agli investitori cripto che non dispongono di un conto corrente fiat diretto. Ciò è particolarmente importante nei paesi che hanno restrizioni relativamente rigide sul *trading* di criptovalute, come la Cina. Questo particolare è supportato da ricerche precedenti che hanno dimostrato come *Tether* nella *blockchain* di *Ethereum* viene prevalentemente trasferito durante le ore del mercato asiatico. A questo si aggiungono le considerazioni di The Block Research (2021), secondo cui la maggior parte del *mining* di Bitcoin, che nel 2020 era un'industria da 5 miliardi di dollari, si trova in Cina. I *miner* in Cina pagano molte delle loro spese operative in *Tether* prendendolo in prestito contro Bitcoin. Il motivo principale per un forte aumento dell'emissione di *stablecoin* a marzo 2020 è dovuto anche al fatto che i *miner* hanno dovuto rimborsare il loro debito, poiché la dimensione del loro collaterale BTC si è ridotta di quasi il 50%. Ciò ha creato una forte offerta di USDT.

6.9.1 Contributi teorici

La letteratura riguardo i potenziali ruoli delle *stablecoin* è limitata e ancora in evoluzione; in particolare la quasi totalità degli studi empirici ne considera solo i periodi antecedenti al 2020, come quelli Baur & Hoang (2021), Wang et al. (2020); Mentre Conlon et al. (2020) analizzano il comportamento di BTC, ETH e USDT nel periodo covid-19 con una simulazione di allocazione di portafoglio, trovando come USDT ha agito come bene rifugio nel periodo considerato. Tuttavia, ne hanno evidenziato l'instabilità rispetto al *peg*. Entrambi i risultati sono in linea con la proprietà di bene rifugio debole evidenziata da questa ricerca.

In tale ricerca si è cercato di estendere la concezione della stabilità relativa a queste iniziative, cercando di coglierne il comportamento in un periodo particolarmente turbolento sia nel mercato azionario, sia nel mercato delle criptovalute stesse. A differenza di altri studi che prendono in considerazione i periodi antecedenti alla crisi,

questo elaborato si prefigura come una fotografia del comportamento in un momento di *stress* molto rilevante, delineandone la lunga strada per la definizione di stabilità e mezzo di pagamento. Inoltre, discostandosi dall'approccio tradizionale dei modelli a correlazione condizionale costante, all'interno di questo elaborato sono stati utilizzati dei modelli *standard* DCC-GARCH multivariati per dimostrare come la correlazione non sia effettivamente costante nel tempo in queste iniziative, rispetto agli *asset* a confronto.

In conclusione, tale ricerca cerca di fare chiarezza sulle tipologie e sui meccanismi di emissione, indagando il tema della stabilità e ampliandone le prospettive di interpretazione in un contesto in piena fase di sviluppo.

6.9.2 Limitazioni e ricerche future

Il *sample* utilizzato per l'analisi risulta limitato nel tempo, poiché importanti iniziative sono nate solo nel 2019; tuttavia, evidenzia sufficientemente lo scopo dell'analisi nel breve periodo. Un primo miglioramento potrebbe considerare un'analisi su dati *intraday*, avvicinando il *proxy* alla correlazione effettiva. Questo comporterebbe una più accurata valutazione, nonché un più ampio studio del comportamento della volatilità di queste iniziative, le cui ampie variazioni nel corso della giornata vengono smorzate dalla media del dato giornaliero. Tuttavia, la complessità di utilizzare dati *intraday* in un modello multivariato potrebbe limitare l'uso dei dati poiché il modello necessiterà di un riadattamento. Inoltre, all'interno di questo elaborato sono stati utilizzati dei modelli *standard* DCC-GARCH multivariati. La letteratura dei modelli sulla volatilità risulta ampia e aperta a differenti approcci, che considerano diverse proposte di modellizzazione, anche di tipo asimmetrico.

La progettazione di *stablecoin* come *asset* stabile e sicuro sarà una strada interessante da percorrere nell'immediato futuro, lasciando aperta la ricerca a diverse questioni:

la prima è studiare la capacità di copertura delle *stablecoin* contro *asset* tradizionali in diversi paesi (ad esempio l'Asia). La seconda è confrontare gli esiti del periodo covid-19 con periodi precedenti. La terza è confrontare ulteriormente i potenziali ruoli delle *stablecoin* con i tradizionali beni rifugio come USD e GOLD, al fine di esplorare se

competono o si completano a vicenda. Inoltre, nel 2020 si sono sviluppati progetti come *Tether Gold* - una *stablecoin* legata all'oro - in cui sarebbe interessante confrontarne il comportamento rispetto ad un indice GOLD.

Stime di modelli di volatilità sono utili soprattutto in termini di gestione di portafoglio, soprattutto a livello di previsione. Una possibile ricerca potrebbe confrontare diversi portafogli con o senza *stablecoin*, per indagare più a fondo la capacità di diversificazione e copertura in periodi caratterizzati da *trend* inversi e con obiettivi di breve e lungo periodo. Per quanto riguarda la previsione, risulta difficile prefigurarne l'utilità e la correttezza poiché l'attività sottostante queste iniziative considera in misura prevalente non solo l'aspettativa e la fiducia degli utenti, ma anche l'irrazionalità degli utenti spinte dal giudizio espresso da personalità seguite da una vasta platea di persone (ad es. nei *social network*). Nel corso di quest'ultimo anno in particolare, si è osservato come opinioni positive o negative incidano positivamente o negativamente sul prezzo delle criptovalute; questo è senza dubbio un segno dell'inaffidabilità di questi mercati, nonché dell'immatunità. Queste affermazioni influenzano il prezzo delle criptovalute e di riflesso probabilmente anche quello delle *stablecoin*; in questo sarebbe interessante studiare il comportamento dei volumi scambiati in seguito a determinate dichiarazioni, approfondendone anche l'*herding behaviour* dal punto di vista comportamentale degli utenti.

Inoltre, i risultati di Lyons & Viswanath-Natraj (2020) indicano che un sistema di *peg* decentralizzato può funzionare bene anche quando l'emittente principale rimane passivo; in questo caso la stabilizzazione del prezzo attorno al *peg* è guidata da operazioni di arbitraggio. Una ricerca interessante potrebbe indagare il volume di queste operazioni tra vari *exchange*.

Un'altra potenziale estensione di questo studio potrebbe studiare dal punto di vista comportamentale il ruolo della fiducia nei mercati delle criptovalute poiché le *stablecoin* ancorate a valuta fiat, si basano su una "terza parte" e quindi non sono decentralizzate. Anche *stablecoin on-chain* decentralizzate sono in un certo senso guidate da grandi "azionisti" che potenzialmente influiscono sulle scelte fondamentali riguardo meccanismo di stabilità, commissioni ed eventuali riserve, contribuendo probabilmente alla manipolazione dei dati. Questi rischi potenzialmente indeboliscono una delle

caratteristiche chiave delle criptovalute basate su *blockchain*, ovvero la decentralizzazione.

Conclusioni

L'elaborato esamina in senso critico i vantaggi, i rischi e le minacce inerenti alle *stablecoin*. Si è spesso sostenuto che le criptovalute potessero essere un'alternativa alla valuta fiat se solo fossero meno volatili. Quindi, la creazione di *stablecoin* sembra potenzialmente risolvere questo problema. Queste iniziative nate dall'esigenza di trovare uno strumento di pagamento alternativo, più veloce, efficace e meno dispendioso, si prefigurano come soluzione al problema dell'eccessiva volatilità. Tuttavia, si è posta la questione riguardo l'effettiva stabilità di queste iniziative e a quali fattori potenzialmente contribuiscano all'instabilità. Oltre alle incertezze relative alle opzioni di progettazione, all'ancoraggio del *peg* e al loro potenziale quadro normativo, esistono ulteriori fonti di incertezza sulla relazione tra *stablecoin* e altre criptovalute.

Mentre alcuni progetti risultano più evoluti, la maggioranza delle iniziative sono in una fase iniziale di sviluppo con molte domande aperte, in particolare relativamente alla gestione del rischio. Tutte le categorie, nella maggior parte dei casi, sono ancora limitate da un approccio immaturo alla verifica della controparte, alla *privacy*, alla conformità normativa, dalla mancanza di un processo di *audit* credibile, nonché dall'assenza di assicurazione sui depositi degli utenti volta alla tutela del consumatore. La fiducia in tali realtà risulta cruciale perché le entità che detengono il controllo sono imprese private o utenti finali non identificabili che votano in gruppo per implementare i cambiamenti del sistema. Una delle questioni principali da approfondire in futuro è fino a che punto le varie strutture di *governance* allineino gli incentivi con l'obiettivo della stabilità poiché, in un contesto non regolamentato, ci si può aspettare che la *governance* miri a massimizzare i profitti piuttosto che concentrarsi sull'obiettivo.

Le *stablecoin off-chain* garantite da USD (es. *Tether*), sono le più numerose e contano su una struttura centralizzata contraria al principio di decentralizzazione; principio nato con lo scopo di regolare il mercato in modo automatico e non discrezionale. La gestione di un singolo emittente privato potrebbe cambiare strategicamente l'offerta di *stablecoin* influenzando con tale azione i prezzi di altre criptovalute, contribuendo ulteriormente ai problemi di trasparenza, al rischio di controparte e ad azioni speculative. Le *stablecoin on-chain* (es. *Dai*) pur essendo decentralizzate, basano la propria struttura su poche entità che mantengono la maggior parte del potere di voto e che, grazie a questo, possono

influenzare le scelte del sistema. Inoltre, dipendono ancora fortemente dalle criptovalute tradizionali; pertanto, è incerto se questo tipo di garanzie altamente volatili, possano risolvere da sole i problemi di volatilità. Infine, le *stablecoin* algoritmiche implementano un meccanismo dall'esito ancora incerto, soprattutto perché richiederebbe una crescita continua della rete per essere sostenibile.

Dal punto di vista empirico le evidenze emerse dai modelli DCC-GARCH documentano come, nel periodo 2020-2021, le *stablecoin* considerate abbiano dimostrato una forte persistenza della volatilità, una lenta diminuzione della stessa dovuta agli eventi che hanno caratterizzato la pandemia, nonché un elevato grado di persistenza della correlazione dinamica. Già questi elementi si possono definire in contrasto con la stabilità assoluta.

È significativo sottolineare come nel periodo 2020-2021 la correlazione tra USDT, USDC e criptovalute tradizionali risulta positiva e si rafforza nel periodo di marzo 2020; tale relazione contribuisce all'instabilità delle iniziative *stablecoin* poiché vengono utilizzate in modo complementare per il *trading* di criptovalute e non (principalmente) come riserva di valore o mezzo di scambio. Risulta interessante e apparentemente paradossale che le *stablecoin* possano anche aumentare la volatilità delle criptovalute nel momento in cui ne facilitano il *trading*, rendendosi loro stesse veicolo di volatilità. Al contrario, in coincidenza dell'estremo ribasso del mercato azionario, USDT reagisce positivamente presentando una correlazione negativa.

Esaminando poi la relazione tra *stablecoin*, criptovalute ed indici di mercato durante movimenti di prezzo estremi, si è indagato il grado di protezione di questi mercati. I risultati principali in questo livello dell'analisi empirica indicano che le *stablecoin* hanno generalmente reagito positivamente alle variazioni a ribasso del mercato; il mercato delle *stablecoin* può svolgere in media un ruolo di diversificazione e di rifugio sicuro nei momenti di maggiore turbolenza nel mercato delle criptovalute, nonché nel mercato azionario. Tuttavia, i risultati non sembrano sempre coerenti nel tempo poiché coefficienti positivi potrebbero indicare l'instabilità della *stablecoin*.

Sulla base delle affermazioni di Baur & Hoang (2020) una proprietà di bene rifugio forte priva una *stablecoin* della sua proprietà di stabilità, mentre una proprietà rifugio

debole è una condizione necessaria ma non sufficiente a garantire questa stabilità. In linea con questi risultati, l'indagine dimostra come le *stablecoin* non risultano sempre stabili in modo coerente e affidabile. Tuttavia, sebbene le *stablecoin* non sembrano soddisfare la stabilità assoluta conclamata, forniscono agli investitori, in alcuni casi, uno strumento di copertura, di diversificazione o di bene rifugio contro l'estrema volatilità delle criptovalute tradizionali, riducendone il rischio sistemico nel mercato *blockchain* e offrendo dei vantaggi per i *trader* di criptovalute. Dal punto di vista della gestione patrimoniale, non risulta chiaro il motivo per cui un investitore preferisca l'investimento in *stablecoin* rispetto alle disponibilità liquide in dollari USA, tuttavia, il passaggio a *stablecoin* consente agli investitori *crypto* di mantenere il valore del denaro senza dover incassare completamente in valuta fiat, incorrere in commissioni e passare attraverso il sistema bancario tradizionale.

In conclusione, questa corsa alla sicurezza legata alla pandemia, ha probabilmente rappresentato una parte significativa dell'aumento della domanda di *stablecoin* dopo il 12 marzo. I modelli analizzati suggeriscono che nel periodo considerato si possa parlare di una stabilità relativa a fronte di tutte le incertezze conseguenti a queste iniziative. In relazione a ciò si ritiene siano necessarie nuove significative ricerche per affrontare approfonditamente queste tematiche, in attesa soprattutto delle future cruciali decisioni di carattere regolamentare. Nel frattempo, l'introduzione di prodotti derivati come *forward* e *future* sulle *stablecoin*, potrebbe indurre una maggiore stabilità dei progetti in essere, fintanto che i *peg* rimarranno pienamente credibili e garantiti.

Bibliografia

- Angeris, G., Kao, H. T., & Chiang, R., Noyes, C., & Chitra, T. (2019). An Analysis of Uniswap Markets. *Cryptoeconomic Systems Journal*. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3602203>
- Ante, L., Ingo Fiedler, I., & Strehle, E. (2020). The influence of stablecoin issuances on cryptocurrency markets. *Finance Research Letters*: 101867. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3626969>
- Arner, D. W., Auer, R., & Frost, J. (2020). Stablecoins: risks, potential and regulation. *Financial Stability Review*. No. 39 (Autumn 2020), p. 95-123. Available at <https://www.bis.org/publ/work905.pdf>
- Auer, R., Cornelli, G., & Frost, J. (2020) Rise of the Central Bank Digital Currencies: Drivers, Approaches and Technologies. *BIS Working Paper*. No. 880. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3711458>
- Balcilar, M., Bouri, E., Gupta, R., & Roubaud, D. (2017). Can volume predict Bitcoin returns and volatility? A quantiles-based approach. *Economic Modelling*, 64, 74-81. ISSN 0264-9993. Available at <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2017.03.019>
- Bank of England. (2020). *Central bank digital currency. Opportunities, challenges, and design*. Discussion paper. Available at <https://www.bankofengland.co.uk/paper/2020/central-bank-digital-currency-opportunities-challenges-and-design-discussion-paper>
- Barry, J. J., & Street, O. L. (2020). *Addressing the Regulatory, Supervisory and Oversight Challenges Raised by Global Stablecoin Arrangements*. Financial Stability Board. Available at <https://www.fsb.org/wp-content/uploads/P140420-1.pdf>

- Baur, D. G., & Dimpfl, T. (2018). Asymmetric volatility in cryptocurrencies. *Economics Letters*, 173, Pages 148-151, ISSN 0165-1765. Available at <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2018.10.008>.
- Baur, D. G., & Hoang, L. T. (2021). A crypto safe haven against Bitcoin. *Finance Research Letters*, 38, 101431. ISSN 1544-6123. Available at <https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101431>
- Baur, D. G., & McDermott, T. K. (2010). Is gold a safe haven? International evidence. *Journal of Banking & Finance*, 34 (8), 1886-1898. ISSN 0378-4266. Available at <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2009.12.008>
- Beau, D. (2020). *Stablecoins – a good or a bad solution to improve our payment systems?*. Speech at the Stablecoin Conference “Which ambitions for Europe?”. Paris. <https://www.bis.org/review/r200115c.pdf>
- Blockdata, (2019). Stablecoins – An overview of the current state of stablecoins. Available at <https://blockdata.tech/insights>, <https://download.blockdata.tech/blockdata-stablecoin-report-blockchain-technology.pdf>
- Bollerslev, T. (1990). Modelling the coherence in short-run nominal exchange rates: a multivariate generalized ARCH model. *The review of economics and statistics*, 498-505. Available at http://public.econ.duke.edu/~boller/Published_Papers/restat_90.pdf
- Bouri, E., Molnár, P., Azzi, G., Roubaud, D., & Hagfors, L. I. (2017). On the hedge and safe haven properties of Bitcoin: Is it really more than a diversifier?. *Finance Research Letters*, 20, 192-198. ISSN 1544-6123. Available at <https://doi.org/10.1016/j.frl.2016.09.025>

Brainard, L. (2019). *Digital Currencies, Stablecoins, and the Evolving Payments Landscape: a speech at The Future of Money in the Digital Age, Sponsored by the Peterson Institute for International Economics and Princeton University's Bendheim Center for Finance, Washington, DC, October 16, 2019* (No. 1095). Board of Governors of the Federal Reserve System (US). Available at <https://www.bis.org/review/r191017b.pdf>

Breidenbach, L., Cachin, C., Chan, B., Coventry, A., Ellis, S., Juels, A., ... & Zhang, F. (2021). Chainlink 2.0: Next Steps in the Evolution of Decentralized Oracle Networks. Available at <https://research.chain.link/whitepaper-v2.pdf>

Brooks, C. (2019). *Introductory econometrics for finance*. Cambridge university press.

Brooks, S., Jurisevic, A., Spain, M., & Warwick, K. (2018). Havven: A decentralised payment network and stablecoin. Available at https://www.synthetix.io/uploads/havven_whitepaper.pdf

Bullmann, D., Klemm, J., & Pinna, A. (2019). In search for stability in crypto-assets: are stablecoins the solution?. *ECB Occasional Paper*, (230). Available at <https://ssrn.com/abstract=3444847>

Caldarelli, G. (2020). Understanding the Blockchain Oracle Problem: A Call for Action. *Information*, 11(11), 509. Available at <https://doi.org/10.3390/info11110509>

Calle, G., & Zalles, D. B. (2019). *Will Businesses Ever Use Stablecoins?*. R3 Reports. Available at: <https://www.r3.com/>

- Catania, L., Grassi, S., & Ravazzolo, F. (2019). Forecasting cryptocurrencies under model and parameter instability. *International Journal of Forecasting*, 35(2), 485-501. ISSN 0169-2070. Available at <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2018.09.005>
- CB Insights. (2018). “*What are Stablecoins?*” Available at <https://www.cbinsights.com/research/report/what-arestablecoins/>
- Centre. (2018). Centre Whitepaper. Available at <https://f.hubspotusercontent30.net/hubfs/9304636/PDF/centre-whitepaper.pdf>
- Chiu, I. H. (2021). Regulating Crypto-finance: A Policy Blueprint. *European Corporate Governance Institute-Law Working Paper*, (570). Available at <https://ssrn.com/abstract=3805878>
- Ciner, C., Gurdgiev, C., & Lucey, B. M. (2013). Hedges and safe havens: An examination of stocks, bonds, gold, oil and exchange rates. *International Review of Financial Analysis*, 29, 202-211. ISSN 1057-5219. Available at <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2012.12.001>.
- Coinmarketcap, (2021). What is As Governance Token? Available at <https://coinmarketcap.com/alexandria/glossary/governance-token>
- Coin Metrics, (2021). The rise of stablecoins. *Coin Metrics’State of the Network*. Available at: <https://coinmetrics.io/the-rise-of-stablecoins/> ,
- Conlon, T., & McGee, R. (2020). Safe haven or risky hazard? Bitcoin during the COVID-19 bear market. *Finance Research Letters*, 35, 101607. ISSN 1544-6123. Available at <https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101607>

- Conlon, T., Corbet, S., & McGee, R. J. (2020). Are cryptocurrencies a safe haven for equity markets? An international perspective from the COVID-19 pandemic. *Research in International Business and Finance*, 54, 101248. ISSN 0275-5319. Available at <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2020.101248>
- Conrad, C., Custovic, A., & Ghysels, E. (2018). Long-and short-term cryptocurrency volatility components: A GARCH-MIDAS analysis. *Journal of Risk and Financial Management*, 11(2), 23. Available at <https://ssrn.com/abstract=3161264> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3161264>
- Council of the EU (2019). Joint statement by the Council and the Commission on “stablecoins”, <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2019/12/05/joint-statement-by-the-council-and-the-commission-onstablecoins/>
- Daian, P., Goldfeder, S., Kell, T., Li, Y., Zhao, X., Bentov, I., ... & Juels, A. (2020). Flash boys 2.0: Frontrunning in decentralized exchanges, miner extractable value, and consensus instability. In *2020 IEEE Symposium on Security and Privacy (SP)*(pp. 910-927). IEEE. doi: 10.1109/SP40000.2020.00040
- De, N. (2021a). Paxos Becomes Third Federally Regulated Crypto ‘Bank’. *Coindesk*. Available at <https://www.coindesk.com/paxos-becomes-third-federally-regulated-crypto-bank>
- De, N. (2019). Bitfinex Covered \$850 Million Loss Using Tether Funds. *NY Prosecutors Allege*. Available at <https://www.coindesk.com/bitfinex-ny-prosecutors-tether-850-million-allege>
- De, N. (2021b). NY AG’s \$850M Probe of Bitfinex, Tether Ends in an \$18.5M Settlement. *Coindesk*. Available at <https://www.coindesk.com/ny-ag-850m-probe-of-bitfinex-tether-ends-in-an-18-5m-settlement>

- Dell'Erba, M. (2019). "Stablecoins in Cryptoeconomics. From Initial Coin Offerings (ICOs) to Central Bank Digital Currencies (CBDCs)". *New York University Journal of Legislation and Public Policy*, Forthcoming, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3385840>
- Demirgüç-Kunt, A., Klapper, L. F., Singer, D., & Van Oudheusden, P. (2015). The global finindex database 2014: Measuring financial inclusion around the world. *World Bank Policy Research Working Paper*, (7255). Available at <https://documents1.worldbank.org/curated/en/187761468179367706/pdf/WPS7255.pdf>
- Dhar, T. (2020). Stablecoins Ecosystem: A Promise That Can Be Kept. Available at <https://ssrn.com/abstract=3581876> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3581876>
- Ding, Z., & Granger, C. W. (1996). Modeling volatility persistence of speculative returns: a new approach. *Journal of econometrics*, 73(1), 185-215. ISSN 0304-4076. Available at [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(95\)01737-2](https://doi.org/10.1016/0304-4076(95)01737-2)
- Ding, Z., Granger, C. W., & Engle, R. F. (1993). A long memory property of stock market returns and a new model. *Journal of empirical finance*, 1(1), 83-106. ISSN 0927-5398. Available at [https://doi.org/10.1016/0927-5398\(93\)90006-D](https://doi.org/10.1016/0927-5398(93)90006-D)
- Dyhrberg, A. H. (2016). Bitcoin, gold and the dollar—A GARCH volatility analysis. *Finance Research Letters*, 16, 85-92. ISSN 1544-6123. Available at <https://doi.org/10.1016/j.frl.2015.10.008>
- Dyhrberg, A. H. (2016). Hedging capabilities of bitcoin. Is it the virtual gold?. *Finance Research Letters*, 16, 139-144. ISSN 1544-6123. Available at <https://doi.org/10.1016/j.frl.2015.10.025>

ECB Crypto-Assets Task Force (2019). “*Crypto-Assets: Implications for financial stability, monetary policy, and payments and market infrastructures*”, Occasional Paper Series, No 223, ISBN 978-92-899-3688-0, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3391055>

ECB Crypto-Assets Task Force (2020). “*Stablecoins: Implications for monetary policy, financial stability, market infrastructure and payments, and banking supervision in the euro area*”, Occasional Paper Series, No 247, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3697295>

Engle, R. (2002). Dynamic conditional correlation: A simple class of multivariate generalized autoregressive conditional heteroskedasticity models. *Journal of Business & Economic Statistics* 20.3: 339-350. Available at <https://econpapers.repec.org/RePEc:bes:jnlbes:v:20:y:2002:i:3:p:339-50>

Federal Reserve (2017). Report on the Economic Well-Being of U.S. Households in 2017. Available at <https://www.federalreserve.gov/publications/2018-economic-well-being-of-us-households-in-2017-banking-credit.htm>

Financial Action Task Force (2020a). FATF President's remarks to G20 Finance Ministers and Central Bank Governors meeting. Available at <https://www.fatf-gafi.org/publications/fatfgeneral/documents/remarks-g20fmcgb-october-2020.html>

Financial Action Task Force (2020b). FAFT Report to the G20 Finance Ministers and Central Bank Governors on So-Called Stablecoins”, Available at <https://www.fatf-gafi.org/publications/fatfgeneral/documents/report-g20-so-called-stablecoins-june-2020.html>

Financial Action Task Force (2019). Money laundering risks from “stablecoins” and other emerging assets, FATF, Available at <http://www.fatfgafi.org/publications/fatfgeneral/documents/statement-virtual-assets-global-stablecoins.html>

Ferreira, C.M.S., Oliveira, R.A.R., Silva, J.S. and da Cunha Cavalcanti, C.F.M. (2020). Blockchain for machine to machine interaction in industry 4.0. *Blockchain Technology for Industry 4.0*, Springer, Singapore, pp. 99-116. Available at https://doi.org/10.1007/978-981-15-1137-0_5

Foxley, W. (2020a). MakerDAO Adds USDC as DeFi Collateral Following ‘Black Thursday’ Chaos. *Coindesk*. Available at <https://www.coindesk.com/makerdao-adds-usdc-as-defi-collateral-following-black-thursday-chaos>

Foxley, W. (2020b). MakerDAO Users Sue Stablecoin Issuer Following ‘Black Thursday’ Losses. *Coindesk*. Available at <https://www.coindesk.com/makerdao-users-sue-stablecoin-issuer-following-black-thursday-losses>

Francq, C. & Zakoian, J.M. (2019). GARCH Models, Structure, Statistical Inference and Financial Applications. *John Wiley & Sons*

Frost, J., Shin, H. S. and Wierds, P. (2020). An early stablecoin? The Bank of Amsterdam and the governance of money. *De Nederlandsche Bank Working Paper* No. 696, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3732132> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3732132>

FSB (2020). Regulation, Supervision and Oversight of “Global Stablecoin” Arrangements. *Final Report*, Available at <https://www.fsb.org/2020/10/regulation-supervision-and-oversight-of-global-stablecoin-arrangements/>

- Fusaro, T., and Hougan, M. (2019). Presentation to the US Securities and Exchange Commission. *Bitwise Asset Management*.
- G7 (2020). G7 Finance Ministers and Central Bank Governors' Statement on Digital Payments. Available at <https://home.treasury.gov/news/press-releases/sm1152>
- G7 Working Group on Stablecoins (2019). Investigating the Impact of Global Stablecoins. Available at <https://www.bis.org/cpmi/publ/d187.pdf>
- Giudici, G., Milne, A. & Vinogradov, D. (2020) Cryptocurrencies: market analysis and perspectives. *J. Ind. Bus. Econ.*47, 1–18. Available at <https://doi.org/10.1007/s40812-019-00138-6>
- Griffin, J. and Shams, A. (2020). Is Bitcoin Really Untethered?. *Journal of Finance, American Finance Association*, vol. 75(4), 1913-1964, Available at DOI: 10.1111/jofi.12903
- Gu, W. C., Raghuvanshi, A., & Boneh, D. (2020). Empirical measurements on pricing oracles and decentralized governance for stablecoins. Available at SSRN 3611231
- Handagama S. (2020). Nigerians Turn to Stablecoins for Protection Against Inflation. *Coindesk*. Available at <https://www.coindesk.com/nigerians-turn-to-stablecoins-for-protection-against-inflation>
- Hassani, H., Huang, X., & Silva, E. (2018). Banking with blockchain-ed big data. *Journal of Management Analytics* 5.4: 256-275. Available at <https://doi.org/10.1080/23270012.2018.1528900>
- Hoang, L. T., & Baur, D. G. (2020). How stable are stablecoins?. *Available at SSRN 3519225*. SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3519225> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3519225>

Hoegner, S. (2021, May 17). Tether is Setting a New Standard for Transparency — And Responding to Criticism That is Untethered From Facts. *Medium*. Available at <https://stuarthoegner.medium.com/>

Jarno, K., & Kołodziejczyk, H., Does the Design of Stablecoins Impact Their Volatility?. *Journal of Risk and Financial Management* 14.2 (2021): 42. Available at <https://doi.org/10.3390/jrfm14020042>

Jeger, C., Rodrigues, B., Scheid, E., & Stiller, B. (2020). Analysis of Stablecoins during the Global COVID-19 Pandemic. *2020 Second International Conference on Blockchain Computing and Applications (BCCA)*. pp. 30-37, Available at doi: 10.1109/BCCA50787.2020.9274450.

Ji, Q., Zhang, D., & Zhao, Y. (2020). Searching for safe-haven assets during the COVID-19 pandemic. *International Review of Financial Analysis*, Volume 71, 101526, ISSN 1057-5219, Available at <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2020.101526>.

Joint Statement on asset-backed crypto-assets (so called “Stablecoins”), (2020). Available at <https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/EN/Standardartikel/Topics/Europe/Eurogroup-Ecofin/2020-09-11-joint-statement-stablecoins.html>

Jordan, T. (2019). Currencies, money and digital tokens. Available at https://www.snb.ch/en/mmr/speeches/id/ref_20190905_tjn

Kahn, C. M., Rivadeneyra, F., & Wong, T. N. (2018). Should the Central Bank Issue E-Money?. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3271654> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.327165>

- Kahya, A., Krishnamachari, B., & Yun, S. (2021). Reducing the Volatility of Cryptocurrencies-A Survey of Stablecoins. *Available at arXiv:2103.01340*. <https://arxiv.org/abs/2103.01340>
- Kharif, O. (2019). Just 318 Crypto Addresses Control 80% of Tether. *Bloomberg*. Available at <https://www.bloomberg.com/news/articles/2019-08-07/tether-mafia-318-crypto-addresses-control-most-of-stablecoin>
- Kharif, O. (2021). Tether Says Cryptocurrency Backed by Undisclosed Reserves. *Bloomberg*. Available at <https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-03-30/tether-report-says-cryptocurrency-backed-by-undisclosed-reserves>
- Klages-Mundt, A., Harz, D., Gudgeon, L., Liu, J. Y., & Minca, A. (2020). Stablecoins 2.0: Economic Foundations and Risk-based Models. *Proceedings of the 2nd ACM Conference on Advances in Financial Technologies*. 2020. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3633542> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3633542>
- Kołodziejczyk, H., & Jarno, K. (2020). Stablecoin -the stable cryptocurrency. *Studia BAS*. Available at DOI: 10.31268/StudiaBAS.2020.26.
- Kristoufek, L. (2020). On the role of stablecoins in cryptoasset pricing dynamics. *Available at SSRN* <https://ssrn.com/abstract=3672909> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3672909>
- Kumar, A. S., & Anandarao, S. (2019). Volatility spillover in crypto-currency markets: Some evidences from GARCH and wavelet analysis. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* 524 (2019): 448-458. ISSN 0378-4371, Available at <https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.04.154>.

Leising, M., Rojanasakul, M., Pogkas, D., & Kochkodin, B. (2018). Crypto Coin Tether Defies Logic on Kraken's Market, Raising Red Flags. Available at <https://www.bloomberg.com/graphics/2018-tether-kraken-trades>

Li, Y., & Mayer, S. (2020). Managing Stablecoins: Optimal Strategies, Regulation, and Transaction Data as Productive Capital. *Fisher College of Business Working Paper* 2020-03: 030. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3757083> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3757083>

Libra Association (2020), White Paper v2.0, Available at <https://www.diem.com/en-us/white-paper/>

Lipton, A., Sardon, A., Schär, F., & Schüpbach, C. (2020). 11. Stablecoins, Digital Currency, and the Future of Money. *Building the New Economy. PubPub*, 2020. Available at <https://wip.mitpress.mit.edu/pub/17h9tjq7/release/4>

Liu, S. (2021). Blockchain - Statistics & Facts, *Statista*, Available at <https://www.statista.com/topics/5122/blockchain/>

Lyons, R. K., & Viswanath-Natraj, G. (2020). What keeps stablecoins stable?. *National Bureau of Economic Research*, Working Paper No. 27136. Available at DOI 10.3386/w27136, <https://www.nber.org/papers/w27136>

MakerDao (2020). The Market Collapse of March 12-13, 2020: How It Impacted MakerDAO. *MakerDao*. Available at <https://blog.makerdao.com/the-market-collapse-of-march-12-2020-how-it-impacted-makerdao/>

MakerDao (2017). MakerDao Whitepaper. available at <https://makerdao.com/whitepaper/DaiDec17WP.pdf>.

- Malloy, M., & Lowe, D., (2021). Global Stablecoins: Monetary Policy Implementation Considerations from the U.S. Perspective. *Finance and Economics Discussion Series* 2021-020. Washington: Board of Governors of the Federal Reserve System. Available at <https://doi.org/10.17016/FEDS.2021.020>
- Mariana, C. D., Ekaputra, I. A., & Husodo Z. A. (2021) Are Bitcoin and Ethereum safe-havens for stocks during the COVID-19 pandemic?. *Finance research letters* 38: 101798. ISSN 1544-6123, <https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101798>
- Mita, M., Ito, K., Ohsawa, S., & Tanaka, H. (2019). What is stablecoin?: A survey on price stabilization mechanisms for decentralized payment systems. *2019 8th International Congress on Advanced Applied Informatics (IIAI-AAI)*. Available at DOI: 10.1109/IIAI-AAI.2019.00023
- Moin, A., Sekniqi, K., & Sirer, E.G. (2020). SoK: A classification framework for stablecoin designs. *International Conference on Financial Cryptography and Data Security*. Springer, Cham. Available at arXiv:1910.10098 <https://arxiv.org/pdf/1910.10098.pdf>
- Nakamoto, S. (2008). A peer-to-peer electronic cash system. *Bitcoin*. Available at <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
- Ossinger, J. (2021). Rise of Crypto Market's Quiet Giants Has Big Market Implication. *Bloomberg*. Available at <https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-03-19/rise-of-crypto-market-s-quiet-giants-has-big-market-implications>
- Panetta, F. (2020, Nov 4). The two sides of the (stable)coin. *speech at Il Salone dei Pagamenti 2020*, Frankfurt am Main. Available at <https://www.bis.org/review/r201104b.pdf>
- Paxos Standard (2018). Paxos Whitepaper, Available at <https://account.paxos.com/whitepaper.pdf>

- Petralia, K., Philippon, T., Rice, T., & Veron, N. (2019). Banking Disrupted? Financial Intermediation in an Era of Transformational Technology. *Geneva Report*, no. 22, September. Available at <https://voxeu.org/content/banking-disrupted-financial-intermediation-era-transformational-technology>
- Pinna, A., & Ruttenberg, W. (2016). Distributed ledger technologies in securities post-trading revolution or evolution?. *ECB Occasional Paper 172*. Available at <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpops/ecbop172.en.pdf>
- Poon, S. H. (2005). A practical guide to forecasting financial market volatility. *John Wiley & Sons*.
- Priyeshu G. (2019). MakerDAO whale with 94% voting power reduces Dai stability fee by 4%. *cryptoslate.com*. Available at <https://cryptoslate.com/makerdao-whale-with-94-voting-power-reduces-dai-stability-fee-by-4/>
- R.F. Engle & A.J. Patton (2001) What good is a volatility model?. *Quantitative Finance*, 1:2, 237-245. Available at DOI: 10.1088/1469-7688/1/2/305
- Ratner, M., & Chiu, C. C. J. (2013). Hedging stock sector risk with credit default swaps. *International Review of Financial Analysis*, 30, 18-25. ISSN 1057-5219, Available at <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2013.05.001>.
- Sams, R. (2015). A note on cryptocurrency stabilisation: Seigniorage shares. *Brave New Coin* (2015): 1-8. Available at <https://blog.bitmex.com/wp-content/uploads/2018/06/A-Note-on-Cryptocurrency-Stabilisation-Seigniorage-Shares.pdf>
- Shen, M. (2020). Stablecoins Hit \$20B Milestone, a Nearly 300% Year-to-Date Surge. *Coindesk*. Available at <https://www.coindesk.com/stablecoins-asset-value-20-billion>

- Siddarth, V., & Rennison, J. (2021). Tether's commercial paper disclosure places it among global giants, *Financial Times*, Available at <https://www.ft.com/content/342966af-98dc-4b48-b997-38c00804270a>
- Sidorenko E.L. (2020) Stablecoin as a New Financial Instrument. *In: Ashmarina S., Vochozka M., Mantulenko V. (eds) Digital Age: Chances, Challenges and Future*. ISCDTE 2019. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 84. Springer, Cham. Available at https://doi.org/10.1007/978-3-030-27015-5_75
- Tether (2016). Tether: Fiat currencies on the Bitcoin blockchain. Available at <https://tether.to/wp-content/uploads/2016/06/TetherWhitePaper.pdf>
- The Block Research (2021). Stablecoins: Bridging the Network Gap Between Traditional Money and Digital Value. Available at https://www.tbstat.com/wp/uploads/2021/03/20210310_Stablecoin_Report_v1.0.pdf
- Thevenard, J. (2019), Decentralised Oracles: a comprehensive overview. *Medium*. Available at <https://medium.com/fabric-ventures/decentralised-oracles-a-comprehensive-overview-d3168b9a8841>
- Tiwari, A. K., Raheem, I. D., & Kang, S. H. (2019). Time-varying dynamic conditional correlation between stock and cryptocurrency markets using the copula-ADCC-EGARCH model. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 535, 122295. ISSN 0378-4371, <https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.122295>.
- Tsay, R. S. (2014). *Multivariate Time Series Analysis With R and Financial Applications*. John Wiley & Sons.

- Urquhart, A., & Zhang, H. Is Bitcoin a hedge or safe haven for currencies? An intraday analysis. *International Review of Financial Analysis* 63 (2019): 49-57. ISSN 1057-5219. Available at <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2019.02.009>
- Van der Auwera, E., Schoutens, W., Giudici, M. P., & Alessi, L. (2020). Financial Risk Management for Cryptocurrencies. *Springer*. 10.1007/978-3-030-51093-0.
- Verge, A. (2018). Crypto Price Manipulation: The Trials and Tribulations of the World's Biggest Stablecoin. *The fintech times*, Available at <https://thefintechtimes.com/crypto-price-manipulation/>
- Wahrstätter, A. (2020). Stablecoin Billionaires-A descriptive analysis of the Ethereum-based Stablecoin ecosystem. *SSRN*. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3737404> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3737404>
- Wang, G. J., Ma, X. Y., & Wu, H. Y. (2020). Are stablecoins truly diversifiers, hedges, or safe havens against traditional cryptocurrencies as their name suggests?. *Research in International Business and Finance* 54: 101225. ISSN 0275-5319, Available at <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2020.101225>.
- Wei, W. C. (2018). The impact of Tether grants on Bitcoin. *Economics Letters*, 171, 19–22. ISSN 0165-1765, Available at <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2018.07.001>.
- Yu, J. H., Kang, J., & Park, S. (2019). Information availability and return volatility in the bitcoin market: analyzing differences of user opinion and interest. *Information Processing & Management*, 56(3), 721-732. ISSN 0306-4573, Available at <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2018.12.002>.
- Zghal, R., Ghorbel, A., & Triki, M. (2018). Dynamic model for hedging of the European stock sector with credit default swaps and EURO STOXX 50 volatility index futures. *Borsa Istanbul Review* 18.4: 312-328. ISSN 2214-8450, Available at <https://doi.org/10.1016/j.bir.2018.05.003>.

Zhang, W., Wang, P., Li, X., & Shen, D. (2018). The inefficiency of cryptocurrency and its cross-correlation with Dow Jones Industrial Average. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 510, 658-670. ISSN 0378-4371, Available at <https://doi.org/10.1016/j.physa.2018.07.032>.

Zhao, W., Li, H., & Yuan, Y. (2021). Understand Volatility of Algorithmic Stablecoin: Modeling, Verification and Empirical Analysis. *arXiv:2101.08423*. Available at <https://arxiv.org/abs/2101.08423>

Sitografia

www.cryptoslate.com/cryptos/stablecoin/

<https://www.cryptocompare.com/coins/btc/analysis/USDT>

www.coingecko.com

www.coinmarketcap.com

<https://www.borsaitaliana.it/borsa/glossario/safe-haven-asset.html>

<https://explore.flashbots.net/>

<https://www.ecb.europa.eu/press/key/date/2020/html/ecb.sp201104~7908460f0d.en.html>

<https://coinmetrics.io/community-network-data/>

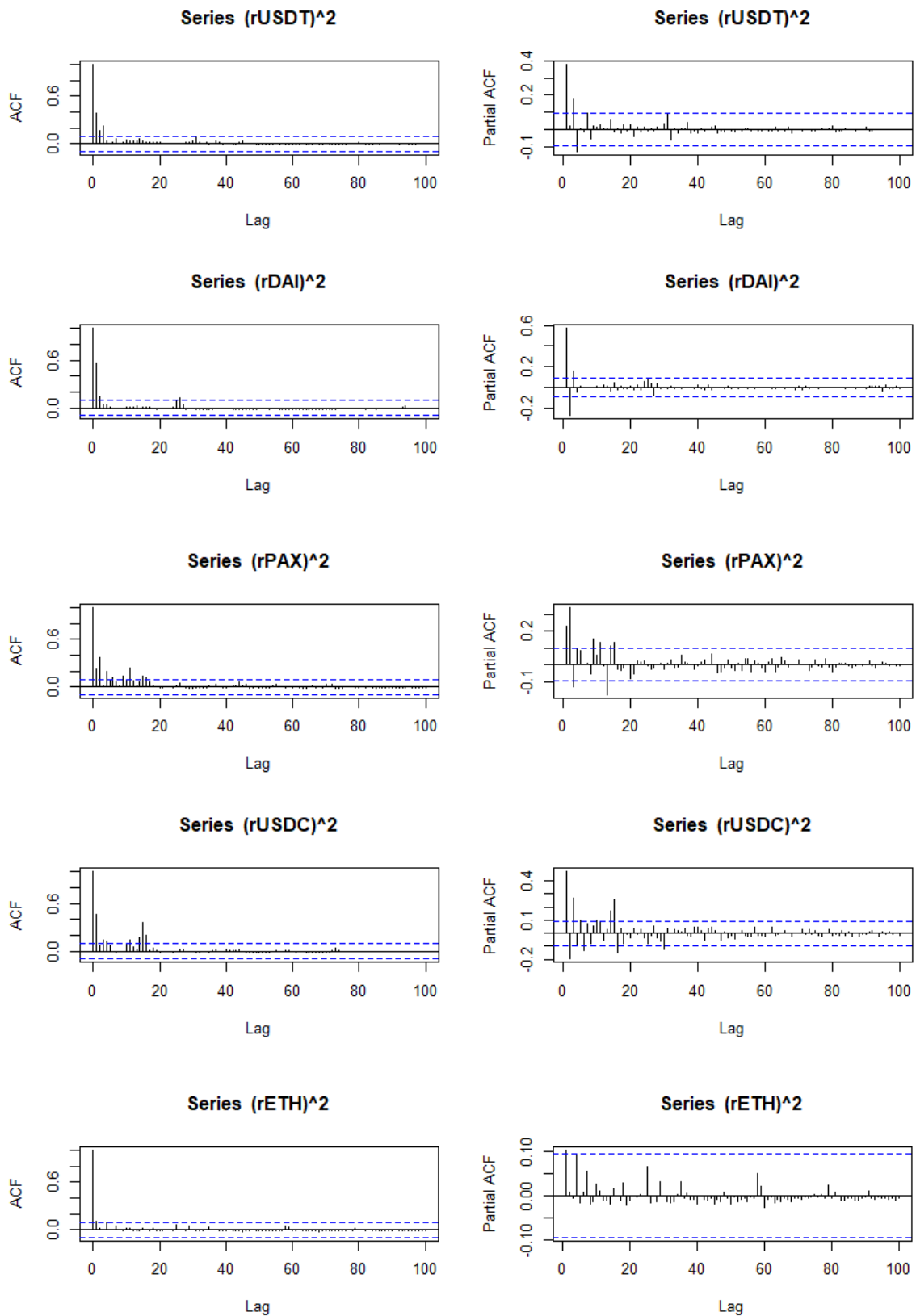
<https://tether.to/>

<https://etherscan.io/chart/gasprice>

<https://fred.stlouisfed.org/>

Appendice A

Figura 26 ACF e PACF rendimenti logaritmici al quadrato;



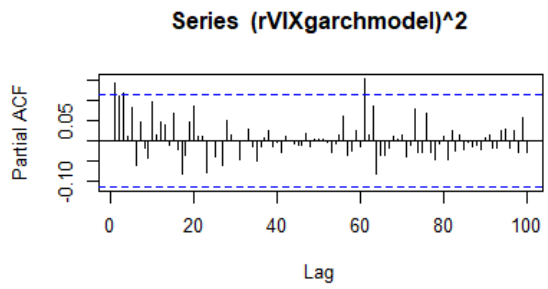
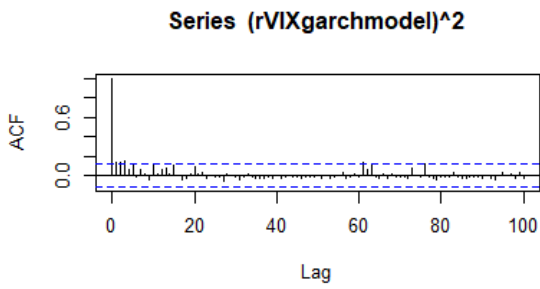
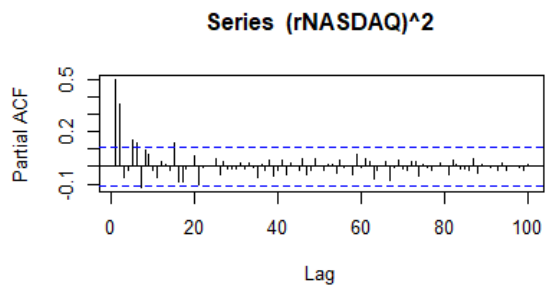
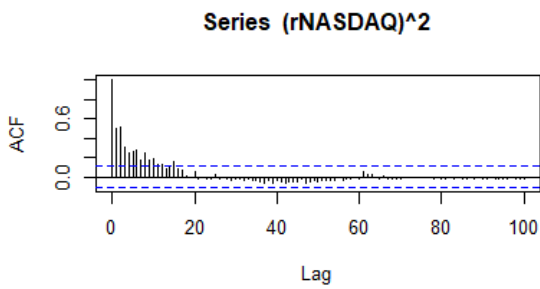
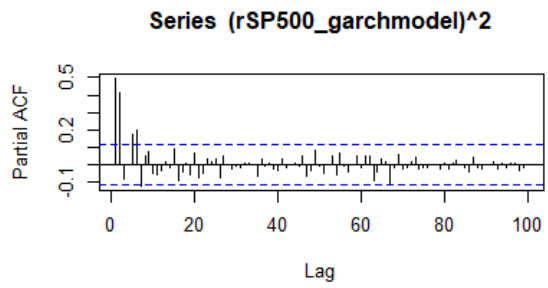
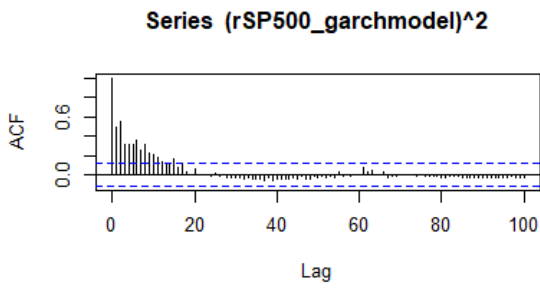
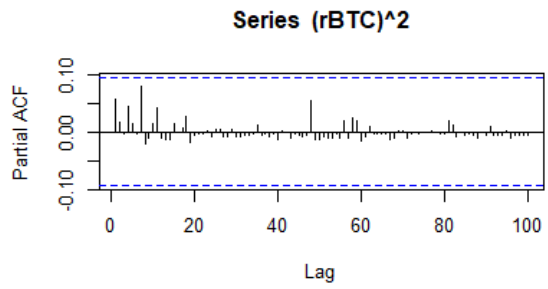
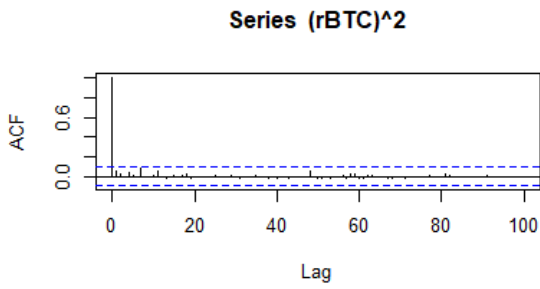
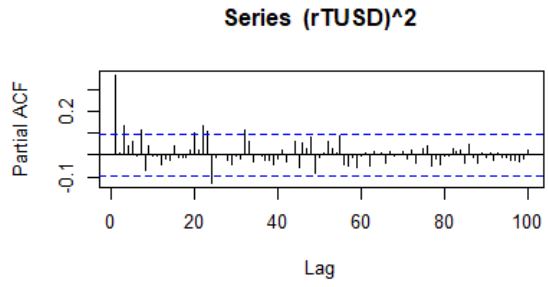
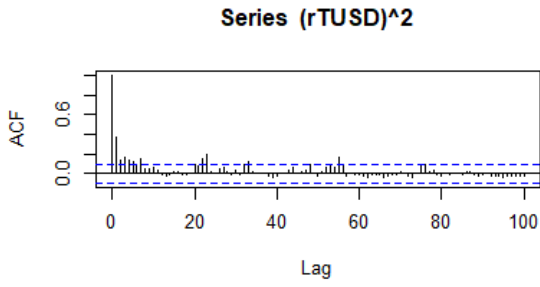
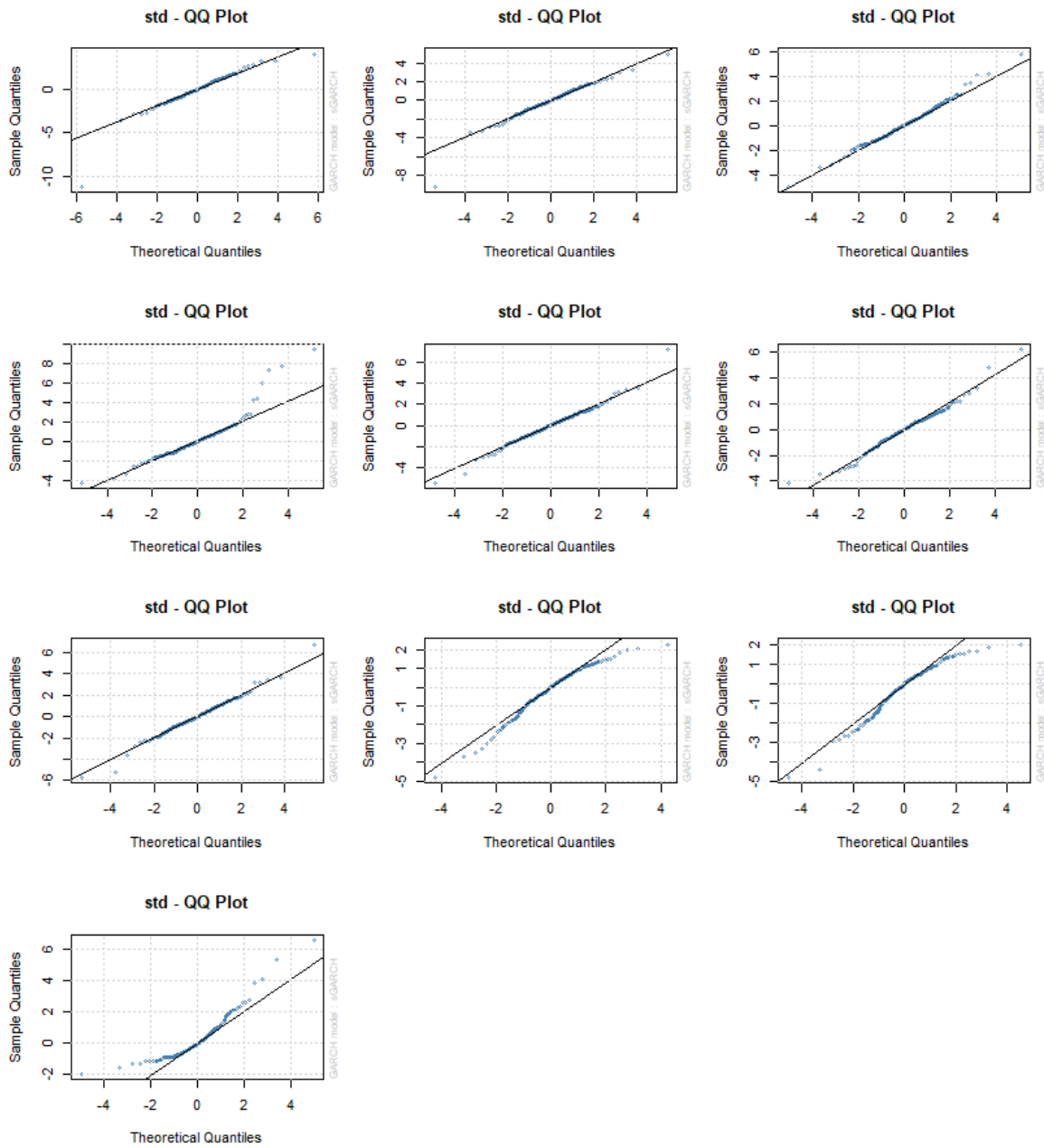


Figura 27 *Q-Q Plot* residui *standard-deviation*



Nota: rispettivamente di *BTC*, *ETH*, *USDT*, *DAI*, *PAX*, *TUSD*, *USDC*, *SP500*, *NASDAQ*, *VIX*

Tabella 18 Stima estesa modelli ARMA(p,q)-GARCH(1,1)

ARMA (1,0) GARCH (1,1)		BTC			
		<i>Estimate</i>	<i>Std.Error</i>	<i>t value</i>	<i>Pr(> t)</i>
<i>Distribution</i>		<i>std</i>			
mu		0.377134	0.107566	3.5061	0.000455
ar1		-0.103707	0.039693	-2.6127	0.008983
ma1					
omega		0.415087	0.289582	1.4334	0.151743
alpha		0.088213	0.038879	2.2689	0.023274
beta		0.910787	0.027968	32.5652	0.000000
<i>shape</i>		2,780272	0.368090	7.5532	0.000000
ARMA (1,0) GARCH (1,1)		ETH			
<i>Distribution</i>		<i>std</i>			
mu		0.584283	0.165727	3.5256	0.000423
ar1		-0.117957	0.044737	-2.6367	0.008372
ma1					
omega		2,835503	1,566447	1.8101	0.070273
alpha		0.099524	0.052523	1.8949	0.058110
beta		0.820059	0.069787	11.7509	0.000000
<i>shape</i>		3.207685	0.551767	5.8135	0.000000
ARMA (1,1) GARCH (1,1)		USDT			
<i>Distribution</i>		<i>std</i>			
mu		-0.000350	0.000696	-0.50331	0.614743
ar1		0.186279	0.070810	2.6307	0.008521
ma1		-0.768522	0.050873	-15.1066	0.000000
omega		0.000141	0.000068	2.0573	0.039653
alpha		0.118588	0.038474	3.0823	0.002054
beta		0.867026	0.028783	30.1229	0.000000
<i>shape</i>		3,741851	0.654182	5.7199	0.000000
ARMA (0,1) GARCH (1,1)		DAI			
<i>Distribution</i>		<i>std</i>			
mu		-0.003310	0.003775	-0.876884	0.380575
ar1					
ma1		-0.357025	0.047923	-7.4500	0.000000
omega		0.001271	0.000611	2.0806	0.037475
alpha		0.243744	0.062571	3.8955	0.000098
beta		0.755256	0.049385	15.2934	0.000000
<i>shape</i>		3.594903	0.439549	8.1786	0.000000

Tabella 18.1 Stima estesa modelli ARMA(p,q)-GARCH(1,1)

ARMA (0,1) GARCH (1,1)		PAX			
		<i>Estimate</i>	<i>Std.Error</i>	<i>t value</i>	<i>Pr(> t)</i>
<i>Distribution</i>		<i>std</i>			
mu		-0.000052	0.000117	0.44245	0.658167
ar1					
ma1		-0.918599	0.020075	-45.7581	0.000000
omega		0.000055	0.000043	1.2759	0.202008
alpha		0.098322	0.051614	1.9050	0.056786
beta		0.873500	0.060762	14.3757	0.000000
shape		4.083661	0.752220	5.4288	0.000000
ARMA (0,1) GARCH (1,1)		TUSD			
<i>Distribution</i>		<i>std</i>			
mu		0.000224	0.000177	1.2659	0.205539
ar1					
ma1		-0.894326	0.025763	-34.713	0.000000
omega		0.000215	0.000120	1.7954	0.072584
alpha		0.209355	0.084457	2.4788	0.013181
beta		0.730499	0.089584	8.1543	0.000000
shape		3.672910	0.631887	5.8126	0.000000
ARMA (1,0) GARCH (1,1)		USDC			
<i>Distribution</i>		<i>std</i>			
mu		0.000058	0.000973	0.060001	0.95215
ar1		-0.429403	0.043033	-9.9784	0.000000
ma1					
omega		0.000517	0.000202	2.5546	0.01063
alpha		0.407091	0.144756	2.8123	0.00492
beta		0.450466	0.118804	3.7917	0.000000
shape		3.358216	0.543805	6.1754	0.000000
ARMA (1,0) GARCH (1,1)		SP500			
<i>Distribution</i>		<i>std</i>			
mu		0.19380	0.047768	4.0572	0.000050
ar1		-0.17212	0.060219	-2.8582	0.004261
ma1					
omega		0.12071	0.059782	2.0192	0.043463
alpha		0.29951	0.094726	3.1618	0.001568
beta		0.69949	0.077473	9.0288	0.000000
shape		4.417490	1.155268	3.8238	0.000131

Tabella 18.2 Stima estesa modelli ARMA(p,q)-GARCH(1,1)

ARMA (1,0) GARCH (1,1)	NASDAQ			
	<i>Estimate</i>	<i>Std.Error</i>	<i>t value</i>	<i>Pr(> t)</i>
Distribution	<i>std</i>			
mu	0.31061	0.059470	5.2230	0.000000
ar1	-0.18405	0.058154	-3.1650	0.001551
ma1				
omega	0.20047	0.107187	1.8702	0.061450
alpha	0.26627	0.086306	3.0852	0.002034
beta	0.73273	0.071588	10.2354	0,000000
shape	3.728710	0.876513	4.2540	0.000021
ARMA (0,0) GARCH (1,1)	VIX			
	<i>Estimate</i>	<i>Std.Error</i>	<i>t value</i>	<i>Pr(> t)</i>
Distribution	<i>std</i>			
mu	-0.72525	0.34965	-2.0742	0.038057
ar1				
ma1				
omega	10.48365	7.164220	1.4633	0.143376
alpha	0.25287	0.13675	1.8492	0.047787
beta	0.71697	0.13618	5.2648	0.000000
shape	2.919560	0.56282	5.1874	0.000000

Appendice B – Codici R

```
#pacchetti utilizzati

library(quantmod), library(MTS), library(rmgarch), library(rugarch),
library(tseries), library(fBasics), library(lmtest), library(vars),
library(nortest), library(urca), library(tseries), library(FinTS),
library(xts)

#Caricamento dataset

BTC_USD <-
read_excel("C:/Users/simone/Desktop/Dati_coinMetrics_R/BTC_USD.xlsx")
BTC_USD$time <- as.Date(BTC_USD$time)
BTC_USD <- xts(BTC_USD$BTC_price, BTC_USD$time)

DAI_USD <-
read_excel("C:/Users/simone/Desktop/Dati_coinMetrics_R/DAI_USD.xlsx",
           + col_types = c("date", "numeric"))
DAI_USD$time <- as.Date(DAI_USD$time)
DAI_USD <- xts(DAI_USD$DAI_USD, DAI_USD$time)

PAX_USD <-
read_excel("C:/Users/simone/Desktop/Dati_coinMetrics_R/PAX_USD.xlsx",
           + col_types = c("date", "numeric"))
PAX_USD$time <- as.Date(PAX_USD$time)
PAX_USD <- xts(PAX_USD$PAX_USD, PAX_USD$time)

TUSD_USD <-
read_excel("C:/Users/simone/Desktop/Dati_coinMetrics_R/TUSD_USD.xlsx",
           + col_types = c("date", "numeric"))
TUSD_USD$TIME <- as.Date(TUSD_USD$TIME)
TUSD_USD <- xts(TUSD_USD$TUSD_USD, TUSD_USD$TIME)

USDC_USD <-
read_excel("C:/Users/simone/Desktop/Dati_coinMetrics_R/USDC_USD.xlsx",
           + col_types = c("date", "numeric"))
USDC_USD$time <- as.Date(USDC_USD$time)
USDC_USD <- xts(USDC_USD$USDC_USD, USDC_USD$time)

USDT_USD <-
read_excel("C:/Users/simone/Desktop/Dati_coinMetrics_R/USDT_USD.xlsx",
           + col_types = c("date", "numeric"))
USDT_USD$time <- as.Date(USDT_USD$time)
USDT_USD <- xts(USDT_USD$USDT, USDT_USD$time)

ETH_USD <-
read_excel("C:/Users/simone/Desktop/Dati_coinMetrics_R/ETH_USD.xlsx",
           + col_types = c("date", "numeric"), skip = 1)
ETH_USD$Date <- as.Date(ETH_USD$Date)
ETH_USD <- xts(ETH_USD$ETH, ETH_USD$Date)
```

```

NASDAQ_garch <-
read_excel("C:/Users/simone/Desktop/Dati_coinMetrics_R/NASDAQ_garch.xlsx"
, + col_types = c("date", "numeric"))
NASDAQ_garch$Date<- as.Date(NASDAQ_garch$Date)
NASDAQ<- xts(NASDAQ_garch$NASDAQ,NASDAQ_garch$Date)

S_P500_Garch <-
read_excel("C:/Users/simone/Desktop/Dati_coinMetrics_R/S&P500_Garch.xlsx"
, + col_types = c("text", "numeric"))
S_P500_Garch$Date <- as.Date(S_P500_Garch$Date)
S_P500_Garch <- xts(S_P500_Garch$`S&P-500`,S_P500_Garch$Date)

#CALCOLO RENDIMENTI LOGARITMICI
rBTC=diff(log(BTC_USD))*100
rBTC=na.omit(rBTC)
which(index(rBTC)== "2020-01-01")
rBTC=rBTC[1826:2260,]
basicStats(rBTC)
jarque.bera.test(rBTC)
adf.test(rBTC)

rUSDT=diff(log(USDT_USD))*100
rUSDT=na.omit(rUSDT)
which(index(rUSDT)== "2020-01-01")
which(index(rUSDT)== "2021-03-10")
rUSDT=rUSDT[1913:2347,]
basicStats(rUSDT)
jarque.bera.test(rUSDT)
adf.test(rUSDT)

rDAI=diff(log(DAI_USD))*100
rDAI=na.omit(rDAI)
which(index(rDAI)== "2020-01-01")
which(index(rDAI)== "2021-03-10")
rDAI=rDAI[42:476,]
basicStats(rDAI)
jarque.bera.test(rDAI)
adf.test(rDAI)

rPAX=diff(log(PAX_USD))*100
rPAX=na.omit(rPAX)
which(index(rPAX)== "2020-01-01")
which(index(rPAX)== "2021-03-10")
rPAX=rPAX[397:831,]
basicStats(rPAX)
jarque.bera.test(rPAX)
adf.test(rPAX)

rUSDC=diff(log(USDC_USD))*100
rUSDC=na.omit(rUSDC)
which(index(rUSDC)== "2020-01-01")
which(index(rUSDC)== "2021-03-10")
rUSDC=rUSDC[460:894,]
basicStats(rUSDC)
jarque.bera.test(rUSDC)
adf.test(rUSDC)

```

```

rTUSD=diff(log(TUSD_USD))*100
rTUSD=na.omit(rTUSD)
which(index(rTUSD)=="2020-01-01")
which(index(rTUSD)=="2021-03-10")
rTUSD=rTUSD[544:978,]

rETH=diff(log(ETH_USD))
which(index(rETH)=="2020-01-01")
which(index(rETH)=="2021-03-10")
rETH=rETH[1608:2042,]
rETH= rETH*100

rNASDAQ <- diff(log(NASDAQ))*100
rNASDAQ <-na.omit(rNASDAQ)
basicStats(rNASDAQ)

#grafici

barChart(USDT_USD, theme='white.monoc', bar.type = 'hlc', main="Tether
[USDT]")
barChart(TUSD_USD, theme='white.monoc', bar.type = 'hlc', main="True USD
[TUSD]")
barChart(DAI_USD, theme='white.monoc', bar.type = 'hlc', main="DAI")
barChart(PAX_USD, theme='white.monoc', bar.type = 'hlc', main="PAX")
barChart(USDC_USD, theme='white.monoc', bar.type = 'hlc', main="USDC")

#Plot densità
#aggiungo una Gaussiana con stessa media e deviazione standard della
variabile
par(mfrow=c(3,3))
plot(density(rUSDT), main= "USDT")
curve(dnorm(x,mean=mean(rUSDT),sd=sd(rUSDT)),col=2,add=T)
#
plot(density(rTUSD), main="TUSD")
curve(dnorm(x,mean=mean(rTUSD),sd=sd(rTUSD)),col=2,add=T)
#
plot(density(rDAI), main="DAI")
curve(dnorm(x,mean=mean(rDAI),sd=sd(rDAI)),col=2,add=T)
#
plot(density(rPAX), main="PAX")
curve(dnorm(x,mean=mean(rPAX),sd=sd(rPAX)),col=2,add=T)

par(mfrow=c(2,2))

plot(density(rUSDC), main="USDC")
curve(dnorm(x,mean=mean(rUSDC),sd=sd(rUSDC)),col=2,add=T)
#
plot(density(rBTC), main="BTC")
curve(dnorm(x,mean=mean(rBTC),sd=sd(rBTC)),col=2,add=T)
#
plot(density(rSP500_garchmodel), main="SP500")
curve(dnorm(x,mean=mean(rSP500_garchmodel),sd=sd(rSP500_garchmodel)),col=
2,add=T)
#
plot(density(rETH), main="ETH")

```

```

curve(dnorm(x,mean=mean(rETH),sd=sd(rETH)),col=2,add=T)
#
plot(density(rVIXgarchmodel),main="VIX")
curve(dnorm(x,mean=mean(rVIXgarchmodel),sd=sd(rVIXgarchmodel)),col=2,add=
T)

#plot rendimenti e rendimenti^2

par(mfrow=c(2,2))
plot((rUSDT),main="r log USDT")
plot(((rUSDT)^2),main="r^2 log USDT")
plot((rTUSD),main="r log TUSD")
plot(((rTUSD)^2),main="r^2 log TUSD")

par(mfrow=c(2,2))
plot((rDAI),main="r log DAI")
plot(((rDAI)^2),main="r^2 log DAI")
plot((rPAX),main="r log PAX")
plot(((rPAX)^2),main="r^2 log PAX")

par(mfrow=c(2,2))
plot((rUSDC),main="r log USDC")
plot(((rUSDC)^2),main="r^2 log USDC")
plot((rBTC),main="r log BTC")
plot(((rBTC)^2),main="r^2 log BTC")

par(mfrow=c(2,2))
plot((rSP500_garch),main="r log SP500")
plot(((rSP500_garch)^2),main="r^2 log SP500")

plot((rVIXgarchmodel),main="r log VIX")
plot(((rVIXgarchmodel)^2),main="r^2 log VIX")
plot((rNASDAQ),main="r log NASDAQ")
plot(((rNASDAQ)^2),main="r^2 log NASDAQ")

#correlazioni storiche full period (CRYPTO-STABLECOIN)
matrixCrypto <- data.frame(rETH, rBTC, rUSDT, rTUSD, rDAI, rPAX, rUSDC)
corMatrixCrypto <- cor(matrixCrypto)
chart.Correlation(matrixCrypto)

#correlazioni subperiod

which(index(rUSDT)=="2020-02-21")
which(index(rUSDT)=="2020-03-23")
rBTCPanelII=rBTC[52:83,]
rBTCPanelII

rETHPanelII=rETH[52:83,]
rUSDTPanelII=rUSDT[52:83,]
rTUSDPanelII=rTUSD[52:83,]
rDAIPanelII=rDAI[52:83,]
rPAXPanelII=rPAX[52:83,]
rUSDCPanelII=rUSDC[52:83,]

matrixCryptoII <-
data.frame(rETHPanelII,rBTCPanelII,rUSDTPanelII,rTUSDPanelII,rDAIPanelII,
rPAXPanelII,rUSDCPanelII)

```

```

corMatrixCryptoII <-cor(matrixCryptoII)
chart.Correlation(matrixCryptoII)
write.table(corMatrixCryptoII, file="corMatrixCryptoII.csv", sep=",")

#correlazioni storiche full period (index-stablecoin)
rVIXgarchmodel
rSP500_garchmodel
rUSDT_garchmodel
rNASDAQ

matrixIndex <-
data.frame(rVIXgarchmodel,rSP500_garchmodel,rUSDT_garchmodel,rNASDAQ)
corMatrixIndex <- cor(matrixIndex)
corMatrixIndex
chart.Correlation(matrixIndex)

#subperiod
which(index(rVIXgarchmodel)== "2020-02-21")
which(index(rSP500_garchmodel)== "2020-03-23")

rVIXPanelII=rVIXgarchmodel[34:55,]
rSP500PanelII=rSP500_garchmodel[34:55,]
rUSDTPanelII=rUSDT_garchmodel[34:55,]
rNASDAQPanelII=rNASDAQ[34:55,]

matrixIndexII <-
data.frame(rVIXPanelII,rSP500PanelII,rUSDTPanelII,rNASDAQPanelII)
corMatrixIndexII <- cor(matrixIndexII)
corMatrixIndexII
write.table(corMatrixIndex, file="corMatrixIndex.csv", sep=",")

#correlazioni oro full period
which(index(rGOLD)== "2020-02-25")
which(index(rGOLD)== "2020-03-27")
rGOLDPanelIII <-rGOLD[1:24,]
rUSDTPanelIII <-rUSDTPanelIII[1:24,]
matrixgold<-data.frame(rGOLDPanelIII,rUSDTPanelIII)
chart.Correlation(matrixgold)
chart.Correlation(rXGOLD2)

#acf e pacf
par(mfrow=c(2,2))
acf((rUSDT)^2,lag.max = 100)
pacf((rUSDT)^2,lag.max= 100)
acf((rDAI)^2,lag.max = 100)
pacf((rDAI)^2,lag.max=100)
acf((rPAX)^2,lag.max = 100)
pacf((rPAX)^2,lag.max= 100)
acf((rUSDC)^2,lag.max = 100)
pacf((rUSDC)^2,lag.max= 100)
acf((rTUSD)^2,lag.max = 100)
pacf((rTUSD)^2,lag.max= 100)
acf((rBTC)^2,lag.max = 100)
pacf((rBTC)^2,lag.max= 100)
acf((rETH)^2,lag.max = 100)
pacf((rETH)^2,lag.max = 100)
acf((rSP500_garchmodel)^2,lag.max = 100)

```



```

pacf((rSP500_garchmodel)^2, lag.max = 100)
acf((rNASDAQ)^2, lag.max = 100)
pacf((rNASDAQ)^2, lag.max = 100)
acf((rVIXgarchmodel)^2, lag.max = 100)
pacf((rVIXgarchmodel)^2, lag.max = 100)

#ARCH effect
Box.test(rBTC, lag=12, type='Ljung')
Box.test(rUSDT, lag=12, type='Ljung')
Box.test(rPAX, lag=12, type='Ljung')
Box.test(rUSDC, lag=12, type='Ljung')
Box.test(rTUSD, lag=12, type='Ljung')
Box.test(rETH, lag=12, type='Ljung')
Box.test(rSP500_garchmodel, lag=12, type='Ljung')
Box.test(rNASDAQ, lag=12, type='Ljung')
Box.test(rDAI, lag=12, type='Ljung')
Box.test(rVIXgarchmodel, lag=12, type='Ljung')

ArchTest(rUSDT)
ArchTest(rBTC)
ArchTest(rDAI)
ArchTest(rPAX)
ArchTest(rUSDC)
ArchTest(rETH)
ArchTest(rSP500_garchmodel)
ArchTest(rVIXgarchmodel)
ArchTest(rTUSD)
ArchTest(rNASDAQ)

#MODEL WITH BTC,ETH,USDT,DAI
#rBTC, rETH, rUSDT, rDAI

rXC <- data.frame(rBTC, rETH, rUSDT, rDAI)

#faccio check residui modelli univariati sGarch

#BTC
checkmodel <- ugarchspec(variance.model = list(model="sGARCH",
garchOrder=c(1,1)), mean.model=list(armaOrder=c(1,0)),
distribution.model="std")
GARCHsrXCBTC <- ugarchfit(checkmodel, data= rBTC, solver='solnp')
r1 <- arima(rBTC, order=c(1,0,0))
Box.test(r1$residuals, lag=12, type="Ljung-Box")

#ETH

checkmodelETH <- ugarchspec(variance.model = list(model="sGARCH",
garchOrder=c(1,1)), mean.model=list(armaOrder=c(1,0)),
distribution.model="std")
GARCHsrXCETH <- ugarchfit(checkmodelETH, data= rETH, solver='solnp')
r2 <- arima(rETH, order=c(1,0,0))
Box.test(r2$residuals, lag=12, type="Ljung-Box")

```

```

#USDT
checkmodelUSDT <- ugarchspec(variance.model = list(model="sGARCH",
garchOrder=c(1,1)),mean.model=list(armaOrder=c(1,1)),
distribution.model="std")
GARCHsrXCUSDT <-ugarchfit(checkmodelUSDT, data= rUSDT, solver='solnp')
r3 <- arima(rUSDT, order=c(1,0,1))
Box.test(r3$residuals, lag=12, type="Ljung-Box")

#DAI
checkmodelDAI <- ugarchspec(variance.model = list(model="sGARCH",
garchOrder=c(1,1)),mean.model=list(armaOrder=c(0,1)),
distribution.model="std")
GARCHsrXCDAI <-ugarchfit(checkmodelDAI, data= rDAI, solver='solnp')
r4 <- arima(rDAI, order=c(0,0,1))
Box.test(r4$residuals, lag=12, type="Ljung-Box")

#PAX
checkmodelPAX <- ugarchspec(variance.model = list(model="sGARCH",
garchOrder=c(1,1)),mean.model=list(armaOrder=c(0,1)),
distribution.model="std")
GARCHsrXCPAX <-ugarchfit(checkmodelPAX, data= rPAX, solver='solnp')
r5 <-arima(rPAX, order=c(0,0,1))
Box.test(r5$residuals, lag=12, type="Ljung-Box")

#TUSD
checkmodelTUSD <- ugarchspec(variance.model = list(model="sGARCH",
garchOrder=c(1,1)),mean.model=list(armaOrder=c(0,1)),
distribution.model="std")
GARCHsrXCTUSD <-ugarchfit(checkmodelTUSD, data= rTUSD, solver='solnp')
r6 <- arima(rTUSD, order=c(1,0,1))
Box.test(r6$residuals, lag=12, type="Ljung-Box")

#USDC
checkmodelUSDC <- ugarchspec(variance.model = list(model="sGARCH",
garchOrder=c(1,1)),mean.model=list(armaOrder=c(1,0)),
distribution.model="std")
GARCHsrXCUSDC <-ugarchfit(checkmodelUSDC, data= rUSDC, solver='solnp')
r7 <-arima(rUSDC, order=c(0,0,1))
Box.test(r7$residuals, lag=12, type="Ljung-Box")

#modello unendo gli univariati (definitivo e significativo)
#BTC,ETH,USDT,DAI
uspec.Univ =
multispec(c(checkmodel,checkmodelETH,checkmodelUSDT,checkmodelDAI))
spec.rXCUniv = dccspec(uspec = uspec.Univ, dccOrder = c(1,1),
distribution= 'mvt')
res.rXCUniv= dccfit(spec.rXCUniv, data = rXC)

#BTC-ETH-USDT
rXC5 <- data.frame(rBTC,rETH,rDAI)
uspec.Univs = multispec(c(checkmodel,checkmodelETH, checkmodelDAI))
spec.rXCUnivs = dccspec(uspec = uspec.Univs, dccOrder = c(1,1),
distribution= 'mvt')
res.rXCUnivs = dccfit(spec.rXCUnivs, data = rXC5)

```

```

#BTC,ETH,TUSD

rXC2 <-data.frame(rBTC,rETH,rTUSD)
uspec.Univ2 = multispec(c(checkmodel,checkmodelETH,checkmodelTUSD))
spec.rXCUniv2 = dccspec(uspec = uspec.Univ2, dccOrder = c(1,1),
distribution= 'mvt')
res.rXCUniv2= dccfit(spec.rXCUniv2, data = rXC2)

#BTC,ETH,PAX
rXC3 <-data.frame(rBTC,rETH,rPAX)
uspec.Univ3 = multispec(c(checkmodel,checkmodelETH,checkmodelPAX))
spec.rXCUniv3 = dccspec(uspec = uspec.Univ3, dccOrder = c(1,1),
distribution= 'mvt')
res.rXCUniv3= dccfit(spec.rXCUniv3, data = rXC3)

#BTC,ETH,USDC
rXC4 <-data.frame(rBTC,rETH,rUSDC)
uspec.Univ4 = multispec(c(checkmodel,checkmodelETH,checkmodelUSDC))

spec.rXCUniv4 = dccspec(uspec = uspec.Univ4, dccOrder = c(1,1),
distribution= 'mvt')
res.rXCUniv4= dccfit(spec.rXCUniv4, data = rXC4)

#estraggo le correlazioni dinamiche #BTC,ETH,USDT,DAI

corRXC= rcor(res.rXCUniv)
dim(corRXC)

corBTC_USDT <- corRXC[1,3,]
corBTC_USDT <- as.xts(corBTC_USDT)
corBTC_ETH <- corRXC[1,2,]
corBTC_ETH <- as.xts(corBTC_ETH)

corBTC_DAI <- corRXC[1,4,]
corBTC_DAI <- as.xts(corBTC_DAI)

corETH_USDT <- corRXC[2,3,]
corETH_USDT <- as.xts(corETH_USDT)
corETH_USDT

corETH_DAI <- corRXC[2,4,]
corETH_DAI <- as.xts(corETH_DAI)

corRXC2= rcor(res.rXCUniv2)
dim(corRXC2)

corBTC_TUSD <- corRXC2[1,3,]
corBTC_TUSD <- as.xts(corBTC_TUSD)

corETH_TUSD <- corRXC2[2,3,]
corETH_TUSD <- as.xts(corETH_TUSD)

corRXC3= rcor(res.rXCUniv3)

corBTC_PAX <- corRXC3[1,3,]

```

```

corBTC_PAX <- as.xts(corBTC_PAX)

corETH_PAX <- corRXC3[2,3,]
corETH_PAX <- as.xts(corETH_PAX)

corRXC4= rcor(res.rXCUniv4)
dim(corRXC4)

corBTC_USDC <- corRXC4[1,3,]
corBTC_USDC <- as.xts(corBTC_USDC)

corETH_USDC <- corRXC4[2,3,]
corETH_USDC <- as.xts(corETH_USDC)

#grafici
par(mfrow=c(3,1))
plot(corBTC_USDT)
plot(corBTC_ETH)

par(mfrow=c(2,2))
plot(corBTC_DAI)
plot(corETH_USDT)

par(mfrow=c(2,2))
plot(corETH_DAI)
plot(corBTC_TUSD)

par(mfrow=c(1,3))
plot(corETH_TUSD)
plot(corBTC_PAX)
plot(corETH_PAX)

par(mfrow=c(2,2))
plot(corBTC_USDC)
plot(corETH_USDC)

#modello dummy variable BTC_USDT

QuantBTC <-quantile(rBTC, prob=c(0.01, 0.05, 0.1))
dim(rBTC)
as.vector(rBTC)
MatrixDummiesBTCUSDT<-outer(X=as.vector(rBTC), Y= QuantBTC , FUN = "<")
dim(MatrixDummies)
cor(MatrixDummies)
dataframeBTCUSDT<-
data.frame(cbind(as.vector(corBTC_USDT),MatrixDummies))
linearBTCUSDT <- lm(V1 ~ .,data=dataframeBTCUSDT)
summary(linearBTCUSDT)

#modello BTC-USDT Dummy Variable (panel 30gg)
#rBTC
#corBTC_USDT

which(index(rBTC)=="2020-02-21")
which(index(rBTC)=="2020-03-23")

```

```

rBTCPanelIII=rBTC[52:83,]
rBTPanelIII

corBTC_USDT
which(index(corBTC_USDT)== "2020-02-21")
which(index(corBTC_USDT)== "2020-03-23")
corBTCUSDTPanelIII=corBTC_USDT[52:83,]
corBTCUSDTPanelIII

QuantBTCPanelIII <-quantile(rBTCPanelIII, prob=c(0.01, 0.05, 0.1))
QuantBTCPanelIII
as.vector(rBTCPanelIII)
MatrixDummiesBTCUSDTPanelIII <-outer(X=as.vector(rBTCPanelIII), Y=
QuantBTCPanelIII , FUN = "<")
dim(MatrixDummiesBTCUSDTPanelIII)
cor(MatrixDummiesBTCUSDTPanelIII)
dataframeBTCUSDTPanelIII <-
data.frame(cbind(as.vector(corBTCUSDTPanelIII),MatrixDummiesBTCUSDTPanelIII
))
linear5PanelIII <- lm(V1 ~ .,data=dataframeBTCUSDTPanelIII)
summary(linear5PanelIII)

#modello dummy variable BTC_DAI

QuantBTC <-quantile(rBTC, prob=c(0.01, 0.05, 0.1))
dim(rBTC)
as.vector(rBTC)
MatrixDummiesBTCDAI<-outer(X=as.vector(rBTC), Y= QuantBTC , FUN = "<")
dim(MatrixDummies)
cor(MatrixDummies)
dataframeBTCDAI<-
data.frame(cbind(as.vector(corBTC_DAI),MatrixDummiesBTCDAI))
linearBTCDAI <- lm(V1 ~ .,data=dataframeBTCDAI)
summary(linearBTCDAI)

#modello BTC-DAI Dummy Variable (panel 30gg)
#rBTC #corBTC_DAI

which(index(rBTC)== "2020-02-21")
which(index(rBTC)== "2020-03-23")
rBTCPanelIII=rBTC[52:83,]
rBTPanelIII

corBTC_DAI
which(index(corBTC_DAI)== "2020-02-21")
which(index(corBTC_DAI)== "2020-03-23")
corBTCDAIPanelIII=corBTC_DAI[52:83,]
corBTCDAIPanelIII

QuantBTCPanelIII <-quantile(rBTCPanelIII, prob=c(0.01, 0.05, 0.1))
as.vector(rBTCPanelIII)
MatrixDummiesBTCDAIPanelIII <-outer(X=as.vector(rBTCPanelIII), Y=
QuantBTCPanelIII , FUN = "<")
dataframeBTCDAIPanelIII <-
data.frame(cbind(as.vector(corBTCDAIPanelIII),MatrixDummiesBTCDAIPanelIII))
linearBTCDAIPanelIII <- lm(V1 ~ .,data=dataframeBTCDAIPanelIII)
summary(linearBTCDAIPanelIII)

```

```

#modello dummy variable BTC_TUSD (corBTC_TUSD)

MatrixDummiesBTCTUSD<-outer(X=as.vector(rBTC), Y= QuantBTC , FUN = "<")
dataframeBTCTUSD<-
data.frame(cbind(as.vector(corBTC_TUSD),MatrixDummiesBTCTUSD))
linearBTCTUSD <- lm(V1 ~ .,data=dataframeBTCTUSD)
summary(linearBTCTUSD)

#PANEL 2 BTC_TUSD
corBTC_TUSD
which(index(corBTC_TUSD)== "2020-02-21")
which(index(corBTC_TUSD)== "2020-03-23")
corBTCTUSDPanelII=corBTC_TUSD[52:83,]
corBTCTUSDPanelII

QuantBTCPanelII <-quantile(rBTCPanelII, prob=c(0.01, 0.05, 0.1))
as.vector(rBTCPanelII)
MatrixDummiesBTCTUSDPanelII <-outer(X=as.vector(rBTCPanelII), Y=
QuantBTCPanelII , FUN = "<")
dataframeBTCTUSDPanelII <-
data.frame(cbind(as.vector(corBTCTUSDPanelII),MatrixDummiesBTCTUSDPanelII
))
linearBTCTUSDPanelII <- lm(V1 ~ .,data=dataframeBTCTUSDPanelII )
summary(linearBTCTUSDPanelII)

#modello dummy variable BTC_PAX (corBTC_PAX)

MatrixDummiesBTCPAX<-outer(X=as.vector(rBTC), Y= QuantBTC , FUN = "<")
dataframeBTCPAX<-
data.frame(cbind(as.vector(corBTC_PAX),MatrixDummiesBTCPAX))
linearBTCPAX <- lm(V1 ~ .,data=dataframeBTCPAX)
summary(linearBTCPAX)

#PANEL 2 BTC_PAX
corBTC_TUSD
which(index(corBTC_PAX)== "2020-02-21")
which(index(corBTC_PAX)== "2020-03-23")
corBTCPAXPanelII=corBTC_PAX[52:83,]
corBTCPAXPanelII

QuantBTCPanelII <-quantile(rBTCPanelII, prob=c(0.01, 0.05, 0.1))
as.vector(rBTCPanelII)
MatrixDummiesBTCPAXPanelII <-outer(X=as.vector(rBTCPanelII), Y=
QuantBTCPanelII , FUN = "<")
dataframeBTCPAXPanelII <-
data.frame(cbind(as.vector(corBTCPAXPanelII),MatrixDummiesBTCPAXPanelII))
linearBTCPAXPanelII <- lm(V1 ~ .,data=dataframeBTCPAXPanelII )
summary(linearBTCPAXPanelII)

#MODELLI CON ETHEREUM

QuantETH <-quantile(rETH, prob=c(0.01, 0.05, 0.1))
dim(rETH)
as.vector(rETH)
MatrixDummiesETHUSDT<-outer(X=as.vector(rETH), Y= QuantETH , FUN = "<")

```

```

dataframeETHUSDT<-
data.frame(cbind(as.vector(corETH_USDT),MatrixDummiesETHUSDT))
linearETHUSDT<- lm(V1 ~ .,data=dataframeETHUSDT)
summary(linearETHUSDT)

#PANEL 2 ETH_USDT
corETH_USDT
which(index(corETH_USDT)== "2020-02-21")
which(index(corETH_USDT)== "2020-03-23")
corETHUSDTPanelII=corETH_USDT[52:83,]
corETHUSDTPanelII

QuantETHPanelII <-quantile(rETHPanelII, prob=c(0.01, 0.05, 0.1))
as.vector(rETHPanelII)
MatrixDummiesETHUSDTPanelII <-outer(X=as.vector(rETHPanelII), Y=
QuantETHPanelII , FUN = "<")
dataframeETHUSDTPanelII <-
data.frame(cbind(as.vector(corETHUSDTPanelII),MatrixDummiesETHUSDTPanelII
))
linearETHUSDTPanelII <- lm(V1 ~ .,data=dataframeETHUSDTPanelII)
summary(linearETHUSDTPanelII)

#MODELLI ETH_DAI
QuantETH <-quantile(rETH, prob=c(0.01, 0.05, 0.1))
dim(rETH)
as.vector(rETH)
MatrixDummiesETHDAI<-outer(X=as.vector(rETH), Y= QuantETH , FUN = "<")
dataframeETHDAI<-
data.frame(cbind(as.vector(corETH_DAI),MatrixDummiesETHDAI))
linearETHDAI<- lm(V1 ~ .,data=dataframeETHDAI)
summary(linearETHDAI)

#PANEL 2 ETH_DAI
corETH_DAI
which(index(corETH_DAI)== "2020-02-21")
which(index(corETH_DAI)== "2020-03-23")
corETHDAIPanelII=corETH_DAI[52:83,]
corETHDAIPanelII

QuantETHPanelII <-quantile(rETHPanelII, prob=c(0.01, 0.05, 0.1))
as.vector(rETHPanelII)
MatrixDummiesETHDAIPanelII <-outer(X=as.vector(rETHPanelII), Y=
QuantETHPanelII , FUN = "<")
dataframeETHDAIPanelII <-
data.frame(cbind(as.vector(corETHDAIPanelII),MatrixDummiesETHDAIPanelII))
linearETHDAIPanelII <- lm(V1 ~ .,data=dataframeETHDAIPanelII)
summary(linearETHDAIPanelII)

#MODELLO ETH-PAX
QuantETH <-quantile(rETH, prob=c(0.01, 0.05, 0.1))
dim(rETH)
as.vector(rETH)
MatrixDummiesETHPAX<-outer(X=as.vector(rETH), Y= QuantETH , FUN = "<")
dataframeETHPAX<-
data.frame(cbind(as.vector(corETH_PAX),MatrixDummiesETHPAX))

```

```

linearETHPAX <- lm(V1 ~ ., data=dataframeETHPAX)
summary(linearETHPAX)

#PANEL 2 ETH_PAX

which(index(corETH_PAX)== "2020-02-21")
which(index(corETH_PAX)== "2020-03-23")
corETHPAXPanelIII=corETH_PAX[52:83,]
corETHPAXPanelII

QuantETHPanelIII <-quantile(rETHPanelIII, prob=c(0.01, 0.05, 0.1))
as.vector(rETHPanelIII)
MatrixDummiesETHPAXPanelIII <-outer(X=as.vector(rETHPanelIII), Y=
QuantETHPanelIII , FUN = "<")
dataframeETHPAXPanelIII <-
data.frame(cbind(as.vector(corETHPAXPanelIII),MatrixDummiesETHPAXPanelIII))
linearETHPAXPanelIII <- lm(V1 ~ ., data=dataframeETHPAXPanelIII)
summary(linearETHPAXPanelIII)

#MODELLO ETH-TUSD

QuantETH <-quantile(rETH, prob=c(0.01, 0.05, 0.1))
dim(rETH)
as.vector(rETH)
MatrixDummiesETHTUSD<-outer(X=as.vector(rETH), Y= QuantETH , FUN = "<")
dataframeETHTUSD<-
data.frame(cbind(as.vector(corETH_TUSD),MatrixDummiesETHTUSD))
linearETHTUSD <- lm(V1 ~ ., data=dataframeETHTUSD)
summary(linearETHTUSD)

#PANEL 2 ETH_DAI
corETH_TUSD
which(index(corETH_TUSD)== "2020-02-21")
which(index(corETH_TUSD)== "2020-03-23")
corETHTUSDPanelIII=corETH_TUSD[52:83,]
corETHTUSDPanelII

QuantETHPanelIII <-quantile(rETHPanelIII, prob=c(0.01, 0.05, 0.1))
as.vector(rETHPanelIII)
MatrixDummiesETHTUSDPanelIII <-outer(X=as.vector(rETHPanelIII), Y=
QuantETHPanelIII , FUN = "<")
dataframeETHTUSDPanelIII <-
data.frame(cbind(as.vector(corETHTUSDPanelIII),MatrixDummiesETHTUSDPanelIII
))
linearETHTUSDPanelIII <- lm(V1 ~ ., data=dataframeETHTUSDPanelIII)
summary(linearETHTUSDPanelIII)

#modello BTC_USDC (corBTC_USDC)

#modello dummy variable BTC_USDC

QuantBTC <-quantile(rBTC, prob=c(0.01, 0.05, 0.1))
dim(rBTC)
as.vector(rBTC)
MatrixDummiesBTCUSDC<-outer(X=as.vector(rBTC), Y= QuantBTC , FUN = "<")
dataframeBTCUSDC<-
data.frame(cbind(as.vector(corBTC_USDC),MatrixDummiesBTCUSDC))

```



```

linearBTCUSDC <- lm(V1 ~ .,data=dataframeBTCUSDC)
summary(linearBTCUSDC)

#modello BTC-USDC Dummy Variable (panel 30gg)

rBTCPanelII

corBTC_USDC
which(index(corBTC_USDC)== "2020-02-21")
which(index(corBTC_USDC)== "2020-03-23")
corBTCUSDCPanelII=corBTC_USDC[52:83,]
corBTCUSDCPanelII

QuantBTCPanelII <-quantile(rBTCPanelII, prob=c(0.01, 0.05, 0.1))
as.vector(rBTCPanelII)
MatrixDummiesBTCUSDCPanelII <-outer(X=as.vector(rBTCPanelII), Y=
QuantBTCPanelII , FUN = "<")
dataframeBTCUSDCPanelII <-
data.frame(cbind(as.vector(corBTCUSDCPanelII),MatrixDummiesBTCUSDCPanelII
))
linearBTCUSDCPanelII <- lm(V1 ~ .,data=dataframeBTCUSDCPanelII)
summary(linearBTCUSDCPanelII)

#MODELLO ETH-USDC

QuantETH <-quantile(rETH, prob=c(0.01, 0.05, 0.1))
as.vector(rETH)
MatrixDummiesETHUSDC<-outer(X=as.vector(rETH), Y= QuantETH , FUN = "<")
dataframeETHUSDC<-
data.frame(cbind(as.vector(corETH_USDC),MatrixDummiesETHUSDC))
linearETHUSDC <- lm(V1 ~ .,data=dataframeETHUSDC)
summary(linearETHUSDC)

#PANEL 2 ETH_USDC
corETH_USDC
which(index(corETH_USDC)== "2020-02-21")
which(index(corETH_USDC)== "2020-03-23")
corETHUSDCPanelII=corETH_USDC[52:83,]
corETHUSDCPanelII

QuantETHPanelII <-quantile(rETHPanelII, prob=c(0.01, 0.05, 0.1))
as.vector(rETHPanelII)
MatrixDummiesETHUSDCPanelII <-outer(X=as.vector(rETHPanelII), Y=
QuantETHPanelII , FUN = "<")
dataframeETHUSDCPanelII <-
data.frame(cbind(as.vector(corETHUSDCPanelII),MatrixDummiesETHUSDCPanelII
))
linearETHUSDCPanelII <- lm(V1 ~ .,data=dataframeETHUSDCPanelII)
summary(linearETHUSDCPanelII)

#MODELLO SP500-NASDAQ-USDT-VIX
#rBTC_garchmodel
#rUSDT_garchmodel
#rNASDAQ
#rSP500_garchmodel
#rVIXgarchmodel

```

```

rXI <-
data.frame(rSP500_garchmodel,rUSDT_garchmodel,rNASDAQ,rVIXgarchmodel,
rBTC_garchmodel)

#modelli univariati

#SP500
checkmodelSP500 <- ugarchspec(variance.model = list(model="sGARCH",
garchOrder=c(1,1)),mean.model=list(armaOrder=c(1,0)),
distribution.model="std")
GARCHsrXISP500 <-ugarchfit(checkmodelSP500, data= rSP500_garchmodel,
solver='solnp')

#NASDAQ
checkmodelNS <- ugarchspec(variance.model = list(model="sGARCH",
garchOrder=c(1,1)),mean.model=list(armaOrder=c(1,0)),
distribution.model="std")
GARCHsrINS<-ugarchfit(checkmodelNS, data= rNASDAQ, solver='solnp')

#USDT
checkmodelUSDTI <- ugarchspec(variance.model = list(model="sGARCH",
garchOrder=c(1,1)),mean.model=list(armaOrder=c(1,0)),
distribution.model="std")
GARCHsrXIUSDTI <-ugarchfit(checkmodelUSDTI, data= rUSDT_garchmodel,
solver='solnp')

#BTC
checkmodelBTICI <- ugarchspec(variance.model = list(model="sGARCH",
garchOrder=c(1,1)),mean.model=list(armaOrder=c(1,1)),
distribution.model="std")
GARCHsrXIBTICI <-ugarchfit(checkmodelBTICI, data= rBTC_garchmodel,
solver='solnp')
GARCHsrXIBTICI

#VIX

checkmodelVIX <- ugarchspec(variance.model = list(model="sGARCH",
garchOrder=c(1,1)),mean.model=list(armaOrder=c(0,0)),
distribution.model="std")
GARCHsrXIVIX<-ugarchfit(checkmodelVIX, data= rVIXgarchmodel,
solver='solnp')

#modelli DCC

uspec.UnivI =
multispec(c(checkmodelSP500,checkmodelUSDTI,checkmodelNS,checkmodelVIX,che
ckmodelBTICI))
spec.rXCUnivI = dccspec(uspec = uspec.UnivI, dccOrder = c(1,1),
distribution= 'mvt')
res.rXCUnivI= dccfit(spec.rXCUnivI, data = rXI)
res.rXCUnivI

#ESTRAGGO CORRELAZIONI

corRXI= rcor(res.rXCUnivI)
dim(corRXI)

```

```

corSP500_USDTI <- corRXI[1,2,]
corSP500_USDTI <- as.xts(corSP500_USDTI)
plot(corSP500_USDTI)

corNASDAQ_USDTI <- corRXI[3,2,]
corNASDAQ_USDTI<- as.xts(corNASDAQ_USDTI)
plot(corNASDAQ_USDTI)

corVIX_USDTI <- corRXI[2,4,]
corVIX_USDTI<- as.xts(corVIX_USDTI)
plot(corVIX_USDTI)

#dummy variable full period

#modello dummy variable SP500_USDT (panel completo)

#RENDIMENTI USDT= rUSDT_garchmodel
#RENDIMENTI SP500= rSP500_garchmodel
#DCC ESTRATTE DA MODELLO= corSP500_USDTI

QuantSP500 <-quantile(rSP500_garchmodel, prob=c(0.01, 0.05, 0.1))
QuantSP500
as.vector(rSP500_garchmodel)
MatrixDummiesSP500 <-outer(X=as.vector(rSP500_garchmodel), Y= QuantSP500
, FUN = "<")
dim(MatrixDummiesSP500)
cor(MatrixDummiesSP500)
dataframeSP500 <-
data.frame(cbind(as.vector(corSP500_USDTI),MatrixDummiesSP500))
linearSP500 <- lm(V1 ~ .,data=dataframeSP500)
summary(linearSP500)

#modello dummy variable SP500_USDT (panel 30gg)

which(index(rSP500_garchmodel)== "2020-02-21")
which(index(rSP500_garchmodel)== "2020-03-23")
rSP500PanelII=rSP500_garchmodel[34:55,]
rSP500PanelII

corSP500_USDTI
which(index(corSP500_USDTI)== "2020-02-21")
which(index(corSP500_USDTI)== "2020-03-23")
corSP500_USDTIPanelII=corSP500_USDTI[34:55,]
corSP500_USDTIPanelII

QuantSP500PanelII <-quantile(rSP500PanelII, prob=c(0.01, 0.05, 0.1))
QuantSP500PanelII
as.vector(rSP500PanelII)
MatrixDummiesSP500PanelII <-outer(X=as.vector(rSP500PanelII), Y=
QuantSP500PanelII , FUN = "<")
dim(MatrixDummiesSP500PanelII)
dataframeSP500PanelII <-
data.frame(cbind(as.vector(corSP500_USDTIPanelII),MatrixDummiesSP500Panel
II))
linearSP500PanelII <- lm(V1 ~ .,data=dataframeSP500PanelII)
summary(linearSP500PanelII)

```

```

#modello NASDAQ-USDT

QuantNASDAQ <-quantile(rNASDAQ, prob=c(0.01, 0.05, 0.1))
QuantNASDAQ
as.vector(rNASDAQ)
MatrixDummiesNASDAQ <-outer(X=as.vector(rNASDAQ), Y= QuantNASDAQ , FUN =
"<")
dataframeNASDAQ <-
data.frame(cbind(as.vector(corNASDAQ_USDTI),MatrixDummiesNASDAQ))
linearNASDAQ <- lm(V1 ~ .,data=dataframeNASDAQ)
summary(linearNASDAQ)

#modello dummy variable NASDAQ (panel 30gg)

which(index(rNASDAQ)== "2020-02-21")
which(index(rNASDAQ)== "2020-03-23")
rNASDAQPanelII=rNASDAQ[34:55,]

corNASDAQ_USDTI
which(index(corNASDAQ_USDTI)== "2020-02-21")
which(index(corNASDAQ_USDTI)== "2020-03-23")
corNASDAQPanelII=corNASDAQ_USDTI[34:55,]
corNASDAQPanelII

QuantNASDAQPanelII <-quantile(rNASDAQPanelII, prob=c(0.01, 0.05, 0.1))
as.vector(rNASDAQPanelII)
MatrixDummiesNASDAQPanelII <-outer(X=as.vector(rNASDAQPanelII), Y=
QuantNASDAQPanelII , FUN = "<")
dataframeNASDAQPanelII <-
data.frame(cbind(as.vector(corNASDAQPanelII),MatrixDummiesNASDAQPanelII))
linearNASDAQPanelII <- lm(V1 ~ .,data=dataframeNASDAQPanelII)
summary(linearNASDAQPanelII)

#modelli sole stablecoin

rXStablecoin <- data.frame(rUSDT, rTUSD, rDAI, rPAX, rUSDC)

xspec.sTABLE = ugarchspec(variance.model =
list(model="sGARCH",garchOrder=c(1,1)), mean.model=list(armaOrder=c(1,0),
include.mean=F), distribution.model="sstd")
uspec.sTABLE = multispec(replicate(5,xspec.sTABLE))
spec.sTABLE = dccspec(uspec = uspec.sTABLE, dccOrder = c(1,1),
distribution= 'mvt')
res.sTABLE= dccfit(spec.sTABLE, data = rXStablecoin, solver= "solnp",
fit.control=list(scale=TRUE, eval.se=TRUE))

#matrici correlazione

corSTABLE= rcor(res.sTABLE)
dim(corSTABLE)

corUSDT_TUSD <- corSTABLE[1,2,]
corUSDT_TUSD <- as.xts(corUSDT_TUSD)
plot(corUSDT_TUSD)

corUSDT_PAX <- corSTABLE[1,4,]

```

```
corUSDT_PAX <- as.xts(corUSDT_PAX)
plot(corUSDT_PAX)

corUSDT_USDC <- corSTABLE[1,5,]
corUSDT_USDC <- as.xts(corUSDT_USDC)
plot(corUSDT_USDC)

corUSDT_DAI <- corSTABLE[1,3,]
corUSDT_DAI <- as.xts(corUSDT_DAI)
plot(corUSDT_DAI)

corTUSD_PAX <- corSTABLE[2,4,]
corTUSD_PAX <- as.xts(corTUSD_PAX)
plot(corTUSD_PAX)

corTUSD_DAI <- corSTABLE[2,3,]
corTUSD_DAI <- as.xts(corTUSD_DAI)
plot(corTUSD_DAI)

corTUSD_USDC <- corSTABLE[2,5,]
corTUSD_USDC <- as.xts(corTUSD_USDC)
plot(corTUSD_USDC)

corDAI_PAX<- corSTABLE[3,4,]
corDAI_PAX <- as.xts(corDAI_PAX)
plot(corDAI_PAX)

corDAI_USDC<- corSTABLE[3,5,]
corDAI_USDC<- as.xts(corDAI_USDC)
plot(corDAI_USDC)

corPAX_USDC<- corSTABLE[4,5,]
corPAX_USDC<- as.xts(corPAX_USDC)
plot(corPAX_USDC)
```