



Università  
Ca' Foscari  
Venezia

Corso di Laurea  
magistrale

in Economia e Finanza

Tesi di Laurea

# **Limiti di arbitraggio con le criptovalute: il caso Ethereum**

**Relatrice / Relatore**

Ch.ma Prof.ssa Lorian Pelizzon

**Laureando**

Gianmarco Reffo

Matricola 875787

**Anno Accademico**

2019 / 2020



<b>INDICE</b>	<b>4</b>
<b>Introduzione</b>	<b>7</b>
<b>1. Ethereum</b>	<b>7</b>
1.1 Nascita di Ethereum	7
1.2 Ethereum e Blockchain	8
1.3 Implementazioni	11
1.4 Ether e Gas	11
<b>2. Exchanges</b>	<b>14</b>
2.1 Scaricamento dei dati	14
2.2 Scelta Mercati	16
2.3 Descrizione Mercati	17
2.4 Exmo	17
2.5 Bitstamp	18
<b>3. Rischi</b>	<b>20</b>
3.1 Volatilità	20
3.1.1 Calcolo volatilità	22
3.1.2 Fattori che influenzano la volatilità	25
3.1.3 Quale mercato segue l'altro?	27
3.2 Bid - Ask Spread	33
3.2.1 Relazione Bid - Ask Spread / Volatilità	36
3.3 Manipolazione	41
3.4 Value at Risk	43

<b>4. Fees</b>	<b>47</b>
4.1 Fees Bitstamp	47
4.2 Fees Exmo	53
<b>5. Arbitraggio</b>	<b>56</b>
5.1 Introduzione all'arbitraggio	56
5.2 Tipologie di arbitraggio	58
5.3 Arbitraggio su Ethereum	59
5.3.1 Caso 1	60
5.3.2 Caso 2A	64
5.3.3 Caso 2B	66
5.4 Bande di non arbitraggio	68
5.4.1 Bande di non arbitraggio Bitstamp	68
5.4.2 Bande di non arbitraggio Exmo	69
5.4.3 Confronti	70
<b>6. Conclusioni</b>	<b>73</b>
<b>7. Riferimenti e Sitografia</b>	<b>75</b>



## Introduzione

A seguito dell'innovazione tecnologica l'economia mondiale ha subito un forte cambiamento dovuto all'introduzione di strumenti sempre più numerosi e sempre più complessi che sono entrati a fare parte del panorama finanziario. Tra gli strumenti più innovativi, quelli che hanno fatto più "notizia" negli ultimi anni sono state senza ombra di dubbio le cripto valute.

Le cripto valute sono delle valute digitali la cui nascita è dovuta a Satoshi Nakamoto che, nel 2009, presenta al mondo Bitcoin, la madre delle cryptocurrencies. L'obbiettivo di Nakamoto era quello di creare uno strumento di pagamento digitale completamente decentralizzato che andasse a rivoluzionare e sostituire i mezzi messi a disposizione dal sistema bancario che, a seguito della crisi del 2008, si era dimostrato fallimentare.

Nel corso del tempo Bitcoin ha suscitato sempre più interesse nei confronti di investitori e altre istituzioni grazie ai molteplici utilizzi che si poteva fare con essa. Bitcoin non è l'unica cripto valuta presente nel panorama finanziario, ce ne sono molteplici, tra cui vale la pena citare: Ethereum, Ripple, Libra, Litecoin,... Una delle principali caratteristiche delle cripto valute è l'elevata volatilità che fa sì che il prezzo della medesima crypto possa variare di molto da un exchange ad un altro.

L'obbiettivo dell'elaborato è, per l'appunto, cercare di capire se, data l'elevata volatilità che caratterizza le valute digitali, esistono delle opportunità di arbitraggio quando andiamo ad operare con questi strumenti finanziari. Per verificare tutto ciò ho preso le quotazioni giornaliere di Ethereum, crypto che è diventata la principale concorrente di Bitcoin, con orizzonte temporale di un anno.

La tesi si sviluppa inizialmente con una breve descrizione di Ethereum andando a vedere quando la cripto valuta è stata creata, le finalità del suo utilizzo e in che mercati, in che piattaforme, viene scambiata.

Ho preso alcuni dei maggiori mercati per lo scambio della crypto contro USD per poi fare una scrematura andando a selezionarne due, dove la differenza delle quotazioni era molto evidente.

Una volta effettuata la scelta dei due exchange da mettere a confronto, ho deciso di effettuare una breve descrizione di entrambi i mercati per comprendere meglio quando sono entrati in attività, dove sono operativi e quali cripto valute trattano.

Successivamente, l'elaborato si concentra sull'analisi vera e propria di Ethereum nei due exchange: inizialmente mi sono concentrato sulla volatilità, andando a fare un piccolo approfondimento, dandone una definizione, cercando di capire la logica che sta alla base di questo concetto e del perchè è così importante nel mondo della finanza e specialmente delle cryptocurrencies; infine sono andato ad effettuare il calcolo della volatilità per entrambi gli exchange e l'ho utilizzata per capire quale mercato si muove prima rispetto all'altro.

Una volta calcolata la volatilità mi sono focalizzato su un'altra variabile molto importante, ossia il Bid - Ask spread andando, anche in questo caso, a fare una piccola descrizione della variabile e di come si calcola; queste due variabili (volatilità e spread Bid - Ask) sono poi state messe in relazione tra di loro per vedere se i loro movimenti erano simili o completamente opposti.

Dopo aver descritto e analizzato volatilità e Bid - Ask spread l'elaborato si concentra sulle commissioni (o fees) che vengono pagate nei mercati presi in analisi: ho deciso di riportare tutte le fees, sia quelle "obbligatorie" che non, per avere una visione più completa dei due exchange e del lavoro da me svolto. Per concludere ho proceduto a fare delle ipotesi di acquisto e vendita di Ethereum da un exchange all'altro applicando le dovute fees per verificare se effettivamente è possibile sfruttare l'opportunità di arbitraggio.

NB: l'intera tesi è arricchita con tabelle e grafici per andare a confermare le analisi fatte e per facilitarne la comprensione.





# Capitolo 1

## 1. ETHEREUM

### 1.1 Nascita di Ethereum

Prima di cominciare con l'elaborato è bene fare una piccola introduzione della cripto valuta posta sotto esame per comprenderne al meglio i suoi utilizzi nel panorama finanziario e non.

Ethereum nasce nel 2013 da Vitalik Buterin con lo scopo di creare un'applicazione completamente decentralizzata. Una prima versione viene lanciata nel 2015 con il nome di Frontier (versione che permetteva agli sviluppatori di costruire applicazioni decentralizzate di Ethereum). Successivamente, nel 2016, esce una seconda versione, Homestead che permetteva di produrre Ether.

Quando parliamo di Ethereum ci riferiamo ad una piattaforma informatica composta da una catena di blocchi; questa catena di blocchi consente di creare dei contratti intelligenti, i cosiddetti "smart contract" creati tramite linguaggi informatici eseguiti dalla Ethereum Virtual Machine (EVM).

La piattaforma è basata su 4 componenti tra loro interdipendenti:

1. *Ether*: la crypto vera e propria oggetto delle transazioni all'interno di Ethereum (per comodità, quando parliamo di Ethereum ci riferiamo simultaneamente sia alla valuta digitale che alla piattaforma di scambio).
2. *Rete P2P*: ogni utente collega il proprio computer con gli altri partecipanti formando una rete che non ha un server centrale.
3. *Virtual Machine*: attraverso questa macchina virtuale vengono creati dei codici per risolvere qualsiasi problema di calcolo.
4. *Algoritmo per il consenso*: tramite questo algoritmo gli utenti all'interno della catena di blocchi possono raggiungere il consenso in tempi molto ristretti.

## 1.2 Ethereum e Blockchain

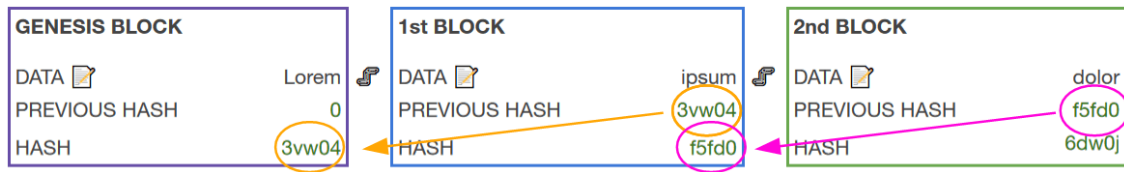
Le transazioni che hanno per oggetto le criptovalute, tra cui anche ETH, avvengono e vengono registrate, all'interno della Blockchain. Ma cos'è la Blockchain?

La blockchain o "catena di blocchi" è sostanzialmente un archivio dove sono contenute serie di dati condivisi e non modificabili. È stata ideata per la prima volta nel 1991 da un gruppo di studiosi in quanto, questi ultimi, volevano trovare un modo marcare, registrare i vari documenti informatici senza che ci fosse la possibilità di manometterli. Questa invenzione verrà utilizzata però 18 anni dopo, con la nascita di Bitcoin.

La blockchain è un registro elettronico, accessibile a tutti i partecipanti, dove vengono per l'appunto registrate tutte le operazioni che avvengono in essa; queste operazioni vengono raggruppate in blocchi che vengono uniti, collegati tra di loro tramite dei linguaggi crittografici che diventano via via sempre più lunghi e complessi (e quindi sempre più difficili da manomettere). Il più comune tra questi linguaggi è sicuramente l'hash, un algoritmo che permette di rappresentare una serie di dati di notevoli dimensioni in una singola riga ("stringa") di codice.

Come abbiamo detto, queste informazioni sono molto difficili da manomettere; qual ora un soggetto volesse provare ad intaccare la blockchain dovrebbe essere in grado di ricalcolare l'hash del blocco che intende manomettere e gli hash dei blocchi successivi (tanti più sono i blocchi, tanto è più difficili andare ad intaccare l'operazione).

Una delle caratteristiche peculiari della Blockchain è sicuramente la sicurezza che viene garantita non solo tramite gli hash, ma anche tramite un sistema decentralizzato su cui essa è fondata (che prevede una serie di conferme). Affinché un blocco venga aggiunto al suo interno, è necessario che l'operazione segua un determinato protocollo che deve essere condiviso e approvato dalla rete di nodi.



Esistono due tipi di Blockchain:

1. *pubbliche* (non c'è nessuna restrizione e chiunque può accedervi senza nessun tipo di permesso. È possibile scaricare l'intera blockchain e visualizzare o storico delle transazioni avvenute in essa e inviare delle transazioni all'interno della rete che, se autorizzate, verranno poi inserite al suo interno). Queste blockchain utilizzano degli incentivi economici per i "miner" (coloro che si occupano di convalidare la transazione). I miner adottano dei sistemi che permettono alla catena di blocchi di funzionare in un ambiente dove le persone non si conoscono (molte transazioni sono anonime) e quindi non si fidano tra di loro. Uno dei vantaggi delle blockchain pubbliche è il fatto di poter realizzare e distribuire delle applicazioni decentralizzate senza dover sostenere alcun tipo di costo aggiuntivo. Tuttavia, l'ammontare di transazioni gestibile da queste blockchain è molto più basso rispetto a quelle che riescono a gestire le blockchain private. Tra le varie blockchain pubbliche, quelle più famose sono BTC e ETH.
2. *private* (a differenza di quelle pubbliche, queste prevedono diverse restrizioni per quanto concerne l'accesso ai dati in essa contenuti, prevedendo un sistema di identificazione e uno di autorizzazione. Qualora un soggetto venisse autorizzato dall'amministratore della blockchain, il suddetto può entrare all'interno di essa ed accedere a tutti i suoi contenuti. Le blockchain private sono utilizzate tendenzialmente nei contesti dove un insieme di persone lavorano tra di loro e necessitano di scambiarsi informazioni nella totale riservatezza, ad esempio nel panorama bancario o industriale).

Quando parliamo di blockchain dobbiamo tenere a mente che esistono tre generazioni:

1. *la prima generazione* è stata creata con lo scopo di migliorare il sistema monetario esistente, consentendo lo scambio di denaro in modo diretto, senza la necessità di alcun tipo di intermediario in tempi rapidi e in totale sicurezza. Il problema di queste blockchain è che "l'estrazione mineraria" richiede una notevole quantità di energia (fanno parte delle blockchain di prima generazione Bitcoin, Litecoin,..);
2. *la seconda generazione* è stata realizzata nel 2015 quando alcuni informatici avevano capito che diverse azioni improntate sulla fiducia (oltre alle transazioni monetarie) potevano essere effettuate a catena e registrate all'interno della blockchain. La prima ad adottare una blockchain di seconda generazione è stata Ethereum che doveva avere una funzionalità diversa e molto più ampia rispetto a Bitcoin. Quando si parla di ETH non parliamo di una semplice valuta digitale ma di un vero e proprio ecosistema digitale che funge da base per altri progetti decentralizzati (dApps). Una delle innovazioni più importanti portati da Ethereum sono sicuramente gli smart contracts che assicurano la totale sicurezza delle transazioni andando a controllare che tutti gli operatori partecipanti ad una o più transazioni siano rispettate (verifica documenti identità...);
3. *la terza generazione* è il risultato di lavori molto più complessi ed efficienti. Ci sono alcuni progetti che stanno cercando di risolvere alcuni difetti e limiti riguardanti la tecnologia blockchain. Queste tecnologie, nonostante siano diverse da quelle utilizzate per la prima e per la seconda generazione, adottando alcune caratteristiche della blockchain e vengono utilizzate in modo simile. Tra le varie caratteristiche, quelle di maggior rilievo sono una funzionalità più ampia un design migliorato oltre al fatto di poter elaborare delle transazioni a catena incrociata. La terza generazione di blockchain va inoltre a migliorare l'utilizzo degli smart contracts<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Cummings S., The Four Blockchain Generations, (2019), disponibile a <https://medium.com/the-capital/the-four-blockchain-generations-5627ef666f3b>

### 1.3 Implementazioni

Ogni account all'interno di Ethereum è composto da una chiave pubblica e una chiave privata; esistono due tipi di account:

1. *Account di proprietà esterna (EOA)*: sono sottoposti al controllo da una chiave privata. Ai proprietari di questi conti è consentito trasferire le transazioni ad un altro conto per attivare il codice all'interno del contratto oppure per trasferire Ether. Per porre la propria firma all'interno delle transazioni utilizzano una crittografia a chiave pubblica cosicché l'Ethereum Virtual Machine riesca a convalidare l'identità di chi effettua la transazione
2. *Account di contratto*: sono fondamentalmente dei conti dove è associato un determinato codice. Mentre i conti di proprietà esterna hanno una chiave privata che li controlla, questo non si può dire per gli account di contratto. Quest'ultimi vengono monitorati tramite dei trigger (procedure che si attivano automaticamente al verificarsi di un determinato evento) predefiniti.

### 1.4 Ether e Gas

Come già detto anticipatamente, la moneta commercializzata all'interno di Ethereum viene chiamata ether. Gli ether servono per pagare il lavoro computazionale per mantenere un determinato livello di sicurezza all'interno della blockchain e per eseguire i contratti all'interno dell'Ethereum Virtual Machine.

Gli ether possono:

- o essere acquistati da terzi;
- o crearli tramite l'operazione di mining.

Esistono diversi "tagli" di Ether, quello più piccolo viene chiamato Wei.

Nella Tabella 1 possiamo trovare le varie tipologie di tagli con il corrispondente valore in Wei:

*Tabella 1. Valore dei "tagli" in Wei*

TAGLIO	VALORE (IN WEI)
Wei	1
Kwei	10
Mwei	$10^3$
Gwei	$10^6$
Microether	$10^9$
Milliether	$10^{15}$
Ether	$10^{18}$

È difficile determinare il valore reale di un ether in tempo reale dato che la valuta è caratterizzata da una elevata volatilità e le quotazioni variano da exchange a exchange. Al momento della loro creazione, nel 2016 un ether valeva circa 0,5USD fino a toccare la quotazione massima di 1365,21 USD ne gennaio del 2018 (periodo in cui le cripto valute hanno avuto il loro momento di popolarità) per poi assestarsi ad un valore di circa 132,737USD (quotazione al momento in cui sto scrivendo questo elaborato).

*Grafico 1. Quotazione Ethereum*



*Fonte: Yahoo Finance*

L'esecuzione di ogni transazione avviene all'interno di una catena di blocchi che viene denominata Ethereum Virtual Machine. Ogni nodo all'interno della rete deve "passare" per l'EVM per verificare i blocchi<sup>2</sup>.

Quando un contratto viene eseguito tramite una transazione o l'attivazione di un messaggio, le istruzioni vengono eseguite all'interno dei nodi della rete.

Tutte le varie attività di calcolo hanno dei costi che vengono espressi in unità di gas, ed è per questo motivo che, quando viene posta in essere una transazione, devono essere specificati due parametri:

1. *Il prezzo del gas*: prezzo che il mittente è disposto a pagare in ether per una unità di gas (questo prezzo è anche un incentivo per i miners)
2. *Il limite del gas*: per ogni transazione il mittente è disposto a spendere una determinata quantità di gas. Questo costo serve per proteggere i vari nodi che vanno a comporre la transazione<sup>3</sup>.

Il mittente, prima di effettuare una transazione, deve essere quindi sicuro di avere una determinata quantità di ether, pari a  $\text{Costo Totale} = \text{Limite del Gas} * \text{Prezzo del Gas}$  (solitamente questi costi sono molto bassi e ammontano a circa 0.000504 ETH che corrispondono a 0,07USD e sono già inclusi all'interno di alcune commissioni nei vari exchange).

---

<sup>2</sup> Frankenfield J., Gas (Ethereum), (2019), disponibile a <https://www.investopedia.com/terms/g/gas-ethereum.asp>

<sup>3</sup> Rajeevan A., Tokens, Gas and Gas limit in Ethereum, (2019), disponibile a <https://medium.com/@arunrajeevan/tokens-gas-and-gas-limit-in-ethereum-f07790f56d8f>

## Capitolo 2

### 2. Exchanges

#### 2.1 Scaricamento dei dati

Prima di procedere con l'analisi vera e propria sono andati a scaricare i dati da Bloomberg, software creato dall'omonimo Michael Bloomberg nel 1981, che permette a analisti e operatori finanziari di avere accesso e scaricare news e dati, aggiornati in tempo reale, da paesi e mercati in tutto il mondo tramite Bloomberg Terminal.

È opportuno fare una premessa prima di iniziare: l'analisi che sto per fare, riguardante l'arbitraggio tra due o più exchange, andrebbe fatta prendendo in considerazione dati al minuto e considerando un arco temporale di scambio di 10 minuti (periodo necessario affinché la suddetta cripto valuta possa essere trasferita da un mercato ad un altro). Sfortunatamente nella piattaforma Bloomberg le quotazioni al minuto per Ethereum non sono scaricabili data l'enorme mole di dati quindi, in assenza di ciò, ho optato di prendere in considerazione le quotazioni giornaliere ipotizzando che gli scambi avvengano nello stesso giorno.

L'orizzonte temporale da me scelto è stato dal 1 Febbraio 2019 al 1 Febbraio 2020 (1 anno) e come valuta ho optato per gli USD (dollari americani) dato che, nel panorama finanziario italiano, l'utilizzo delle cripto valute è ancora in una fase embrionale a causa della scarsa propensione degli investitori al rischio.

Dato che i mercati in cui si scambiano Ethereum sono diversi, ho preso in considerazione i primi 5, in base ai volumi scambiati:

- Bitstamp
- Bitfinex
- Cex.io
- Exmo
- Kraken



Di seguito possiamo trovare il grafico (Grafico 2) con l'andamento della nostra valuta digitale nei vari mercati e nell'arco di tempo preso in considerazione.

*Grafico 2. Quotazione Ethereum nei mercati presi in considerazione*



*Fonte: Bloomberg*

Dal nostro grafico possiamo vedere come, nel mese di maggio, la quotazione di Ethereum sia salita vertiginosamente passando da circa 180USD al picco di 350USD; questo incremento è dovuto principalmente ad un incremento del limite del GAS di ETH (incremento voluto da Vitalik Buterin, creatore della crpto valuta stessa). Qual ora volessimo eseguire una transazione con Ethereum dobbiamo utilizzare il GAS per adempiere alle varie commissioni all'interno della rete.

Un incremento dei volumi di GAS ha fatto registrare a sua volta un aumento del numero di ETH scambiati all'interno dei vari mercati che, di conseguenza, ha fatto aumentare il prezzo della valuta digitale stessa.

A seguito di questo aumento spropositato, la quotazione di Ethereum poi ha avuto un trend ribassista con alcuni periodi di debole rialzo, facendola ritornare ad una valutazione di circa 182 USD.

Già da questo semplice grafico possiamo constatare l'elevata volatilità che caratterizza non solo Ethereum, ma tutto il mondo delle cryptocurrencies.

## 2.2 Scelta mercati

Come ho precedentemente detto i mercati da me presi in considerazione sono cinque: Bitstamp, Bitfinex, Cex.io, Exmo e Kraken.

Tra questi cinque mercati ho poi dovuto fare un'ulteriore selezione per arrivare ad un paniere composto da due soli Exchange.

La scelta non è avvenuta in modo casuale, ma ho dovuto scegliere i due mercati dove la differenza di volume, e soprattutto di prezzo, era abbastanza elevata in modo da dimostrare se l'arbitraggio si poteva o non si poteva fare.

Per effettuare la mia scelta mi sono servito appunto di due dati, il volume e il prezzo, creando la seguente tabella (Tabella 2):

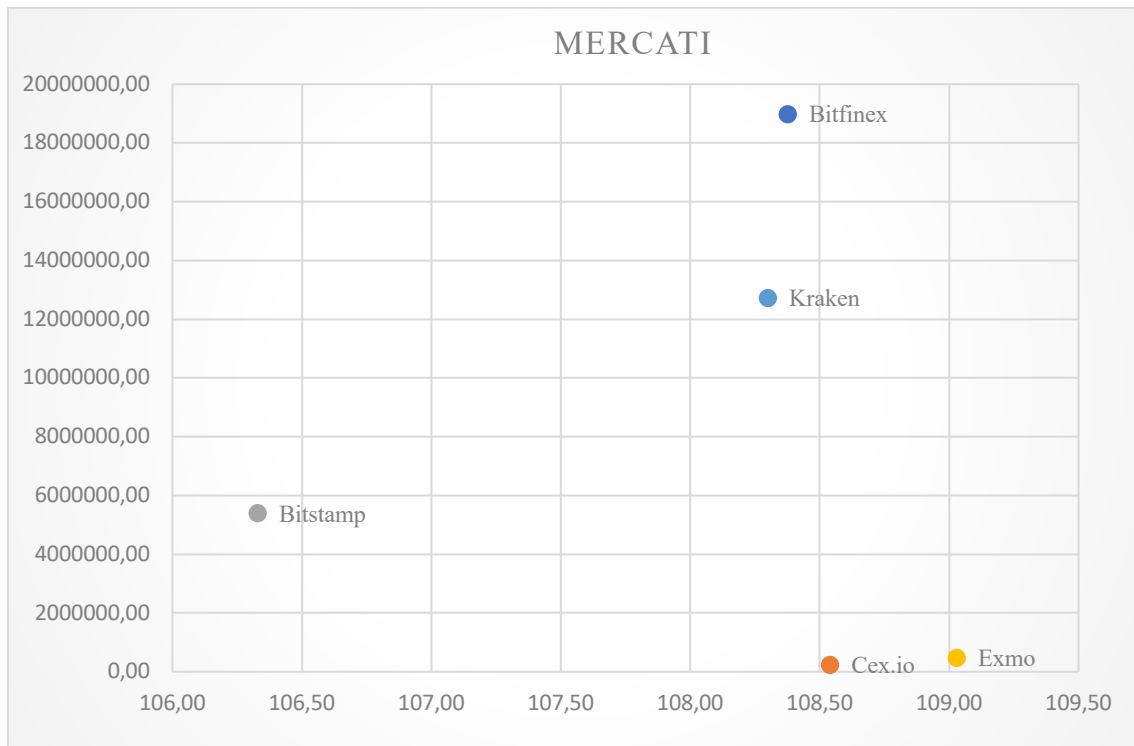
*Tabella 2. Quotazioni e volumi*

MERCATI	PREZZO	VOLUME
Bitfinex	108,38	18976056,00
Cex.io	108,54	244303,00
Bitstamp	106,33	5389234,00
Exmo	109,03	475857,00
Kraken	108,30	12710859,00

Già da questa tabella possiamo vedere dove la mia scelta è ricaduta, ossia nell'exchange "Bitstamp" e nell'exchange "Exmo" dove le differenze di volume (475.857 per Exmo e 5.389.234 per Bitstamp) e le differenze di prezzo (109,03 per Exmo e 106,33 per Bitstamp) sono più evidenti.

Per comprendere meglio, è utile guardare anche il Grafico 3, creato utilizzando i dati all'interno della tabella illustrata precedentemente.

*Grafico 3. Confronto tra mercati*



### 2.3 Descrizione Mercati

Prima di procedere con l'illustrazione e l'analisi dei dati è opportuno fare una breve descrizione dei due exchange presi in considerazione.

### 2.4 Exmo

Exmo è una piattaforma exchange per le transazioni di cripto valute che fornisce una vasta gamma di metodi di deposito e di prelievo dei fondi.

Exmo, come piattaforma, non compra e non vende nessun tipo di valuta digitale non andando quindi ad influenzare in nessun modo i tassi delle coppie di valute che sono oggetto di scambio. Le commissioni di Exmo sono molto basse ed è sufficiente solamente una fee dell'importo pari allo 0,2% per la sicurezza della transazione.

Nel nuovo continente Exmo non è molto utilizzata ma nell'Europa dell'Est è la piattaforma di scambio numero 1 per quanto riguarda Bitcoin, Ethereum e tante altre criptovalute.

Exmo è l'unica piattaforma dove le cripto sono scambiate contro il rublo (RUB) oltre a EUR, USD, PLN,..

L'azienda ha sede in diverse capitali europee quali Londra, Mosca, Barcellona e Kiev e il loro motto principale è "Usare le cripto non è mai stato così facile"; motto dovuto al fatto che il sistema di questo exchange non regola i partecipanti al mercato, creando un enorme vantaggio per tutti i traders.

Questa piattaforma sta attualmente sviluppando una propria applicazione disponibile per i sistemi operativi iOS e Android per permettere a tutti i partecipanti al mercato di comprare e vendere criptovalute direttamente dal proprio smartphone.

## **2.5 Bitstamp**

Situata a Lussemburgo, Bitstamp è una piattaforma che consente di effettuare lo scambio di criptovalute principalmente contro USD. Tra le varie criptovalute che Bitstamp incorpora possiamo citare: Bitcoin, Ethereum e Litecoin. Ai propri clienti, Bitstamp offre un'API (Application Programming Interface) che permette loro di entrare nei loro conti personali e tenerli costantemente sotto controllo. Inizialmente, la società fondata da Nejc Kodric nel 2011, aveva sede in Slovenia per poi successivamente spostarsi a nel Regno Unito nel 2013 e, infine, in Lussemburgo, nel 2016<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> Walters S., Bitstamp Review: what you need to know before trading, (2018), disponibile a <https://www.coinbureau.com/review/bitstamp/>

Per evitare il fenomeno del money laundering Bitstamp ha deciso di regolarsi da sola mediante diverse best practice (per esempio, a partire dal 2013, i titolari dei conti correnti dovevano verificare la loro identità mediante una copia dei loro passaporti e inviare il loro indirizzo di casa ufficiale su richiesta della società stessa).

All'inizio del 2016, grazie ad una licenza del governo di Lussemburgo, Bitstamp è diventata una piattaforma di scambio pienamente regolamentata nell'Unione Europea riuscendo quindi ad operare in tutti i 28 Stati membri.

## Capitolo 3

### 3. Rischi

#### 3.1 Volatilità

Dopo aver individuato i due mercati di riferimento vista la differenza di volume e prezzo sono andato a vedere come si comportava la volatilità di Ethereum nei due exchange presi in considerazione nell'arco temporale di riferimento.

Prima di vedere gli eventuali grafici, è bene andare a fare una breve descrizione del perchè la volatilità è considerato il rischio maggiore quando si va ad investire nelle crypto. In seguito al grande crollo del mercato nell'anno 2018 gli investitori hanno appreso una dura lezione per quanto riguarda la volatilità delle valute digitali.

Dato che, nel corso degli ultimi 2 anni, il prezzo di questi strumenti ha fluttuato vigorosamente da un estremo all'altro del mercato, molti operatori del settore hanno cominciato a considerare le crypto come uno strumento altamente instabile, caratterizzato da incertezza e speculazione (ad esempio Bitcoin ha visto il suo valore di mercato passare da circa 600 USD a quasi 20.000USD nel 2017, una crescita enorme in meno di un anno)<sup>5</sup>.

A seguito di questa crescita vertiginosa, numerosi "investitori", sono saliti sul carro delle crypto che, successivamente, è diventato troppo instabile in quanto era cresciuto di molto in poco tempo, subendo un notevole crollo nel corso nel 2018.

Nonostante ciò le cripto valute sono viste come una tecnologia tanto complessa e instabile quanto affascinante (in quanto ha reso ricca molta gente) riuscendo ad attirare numerosi investitori nonostante l'elevata rischiosità che le contraddistingue. Andiamo ora a vedere che cosa intendiamo noi per volatilità e perchè questo elemento

---

<sup>5</sup> Aziz, Master the Crypto Founder, (2019), disponibile a <https://masterthecrypto.com/crypto-volatility-important-cryptocurrency-market/>

è diventato parte integrante nel mondo delle crypto. Nel mondo della finanza la volatilità è definita come una misura statistica che va ad analizzare la dispersione del prezzo di un determinato bene. Va a descrivere quindi come il prezzo di un asset varia nel tempo.

Consideriamo un determinato investimento volatile quando il suo prezzo si muove in modo aggressivo verso l'alto o verso il basso giornalmente (come nel caso di Ethereum, Bitcoin,...). Possiamo dividere i beni in due tipologie, a bassa e ad alta volatilità. I beni con bassa volatilità sono ad esempio:

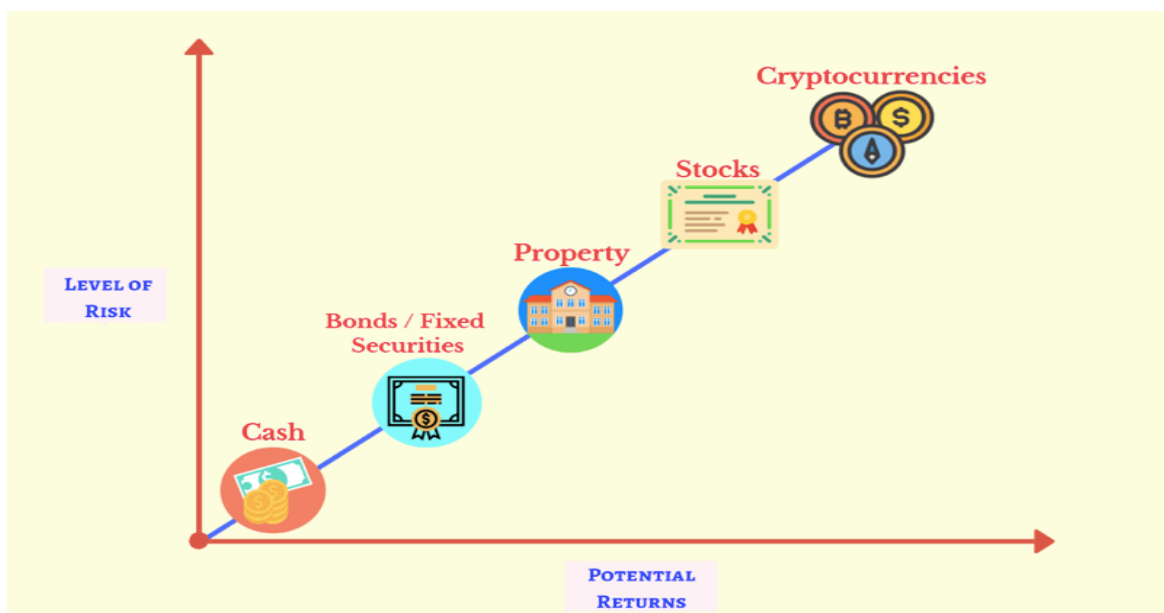
- oro
- titoli di stato
- denaro

in quanto i loro prezzi variano in maniera costante e restano più o meno "stabili".

I beni ad alta volatilità sono ad esempio:

- azioni
- derivati
- crypto

e i loro prezzi salgono e scendono vertiginosamente.



Per i trader "individuare" la loro tolleranza al rischio è fondamentale per capire se cimentarsi in un determinato investimento oppure no. La tolleranza al rischio è diversa da persona a persona e in base al tipo di asset in cui si intende investire, e questo va ad influenzare le scelte di investimento (solitamente più si è giovani più si tende a rischiare di più). Le cripto valute, oggi come oggi, rappresentano uno degli asset più rischiosi su cui si può investire il proprio denaro; ci possono dare un rendimento molto elevato ma, allo stesso tempo, gli investitori devono fare i conti con la possibilità di perdere molto, data l'elevata volatilità dei prezzi (ricordiamo che nel 2018 i prezzi sono crollati quasi del 90%).

### **3.1.1 Calcolo volatilità**

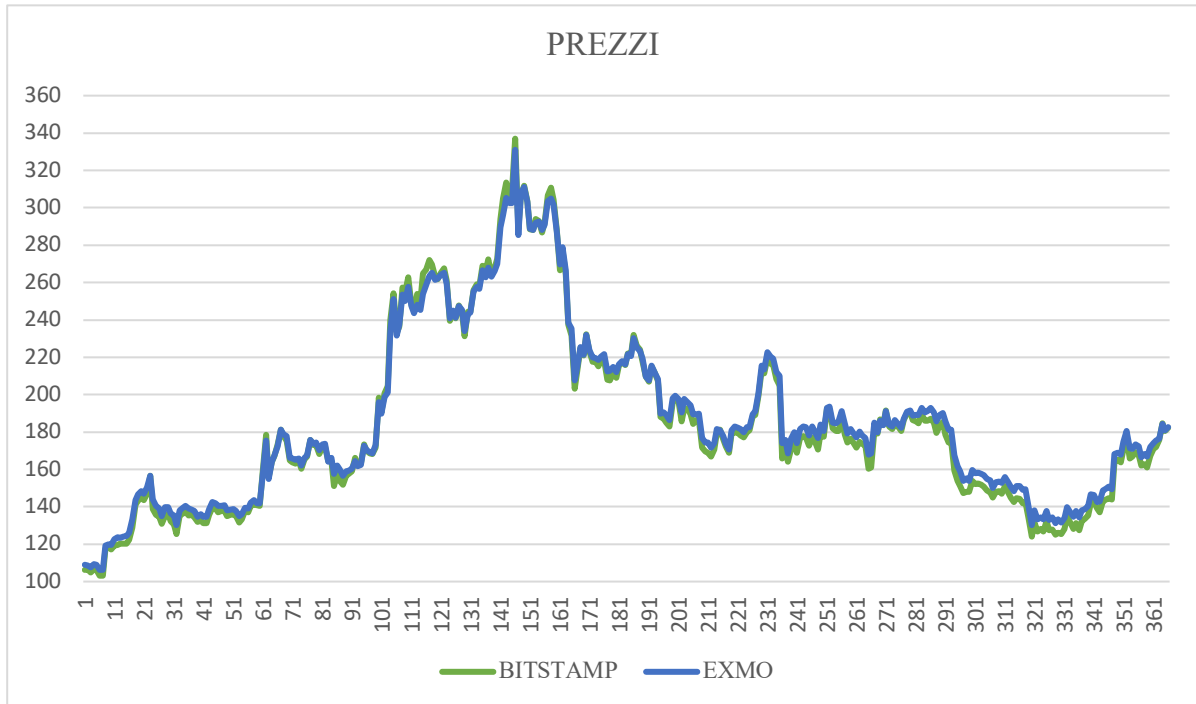
Fatte le opportune precisazioni, vado ora ad illustrare come ho proceduto, all'interno del mio elaborato, per il calcolo della volatilità. Partendo dal presupposto che i dati che ho a disposizione sono giornalieri e l'orizzonte temporale è di un anno (2 Febbraio 2019 - 2 Febbraio 2020), ho calcolato la volatilità giornaliera utilizzando questa formula:

$$(Price\ High - Price\ Low) / Price\ Low$$

Sotto, possiamo trovare 2 grafici, il primo rappresenta l'andamento del prezzo di Ethereum nei due mercati presi in considerazione (Grafico 4), nel Grafico 5 andiamo a trovare la volatilità giornaliera.

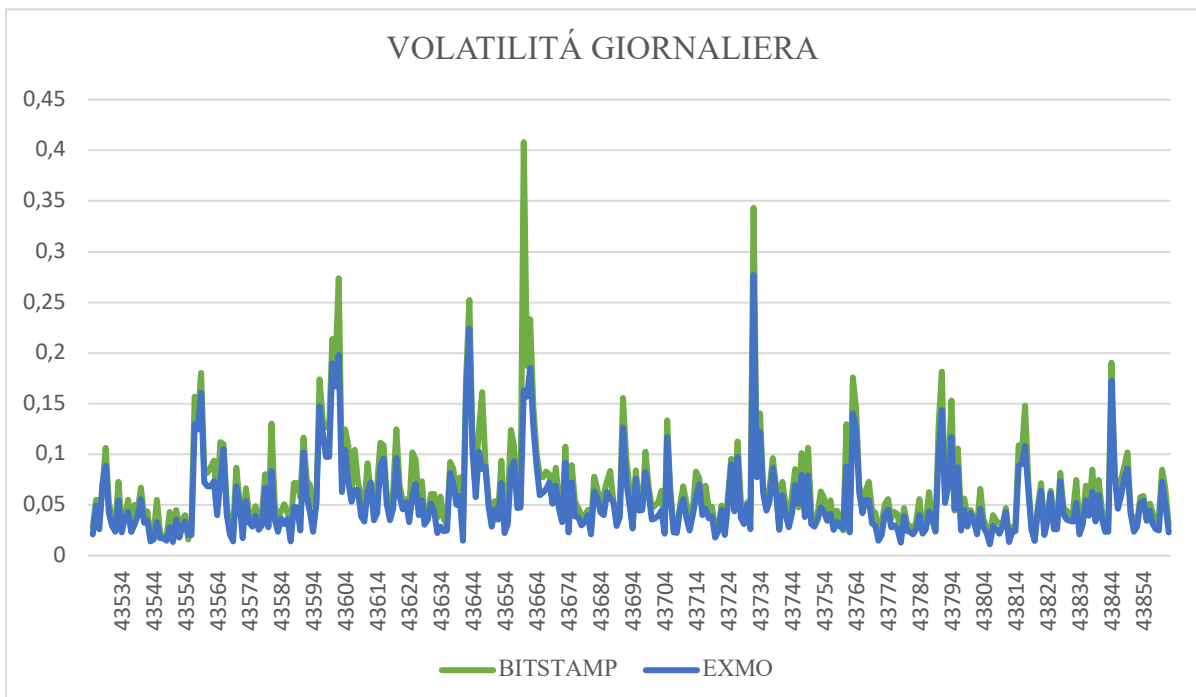


Grafico 4. Prezzi di Ethereum nei due exchange



Già da questo grafico possiamo notare come Ethereum sia una cripto valuta caratterizzata da una elevata volatilità in quanto, all'inizio del periodo da me preso in analisi, il suo prezzo era circa di 106 USD per poi raggiungere il picco di oltre 330USD nel Giugno del 2019 e scendere, infine, a 180USD a Febbraio 2020.

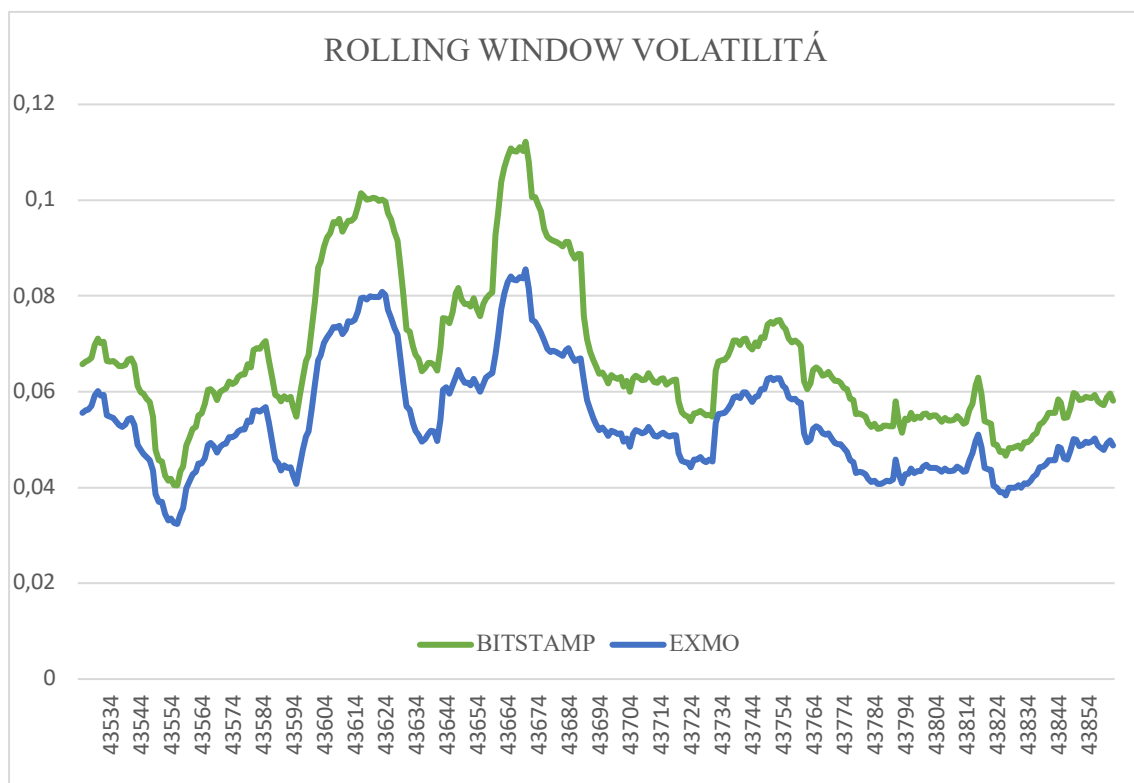
Grafico 5. Confronto volatilità



Il grafico sovrastante non fa altro che confermare quanto detto precedentemente, con la nostra valuta che raggiunge un picco di volatilità di oltre 0,40 nell'exchange Bitstamp nel Luglio 2019 e di oltre 0,27 nella piattaforma Exmo nel mese di Settembre.

Una volta calcolata la volatilità giornaliera ho, successivamente, calcolato il rolling della volatilità con intervallo 1 mese (il tutto illustrato nel Grafico 6).

*Grafico 6. Rolling window delle due volatilità*



L'andamento della volatilità in entrambi gli exchange è simile difatti le due linee hanno la stessa tendenza a crescere e a decrescere ma, in Exmo, la volatilità è nettamente inferiore a quelle di Bitstamp questo perchè essa è influenzata da diverse variabili.

### 3.1.2 Fattori che influenzano la volatilità

Esistono diversi fattori che contribuiscono a rendere un mercato altamente volatile e instabile. I principali sono: mercati immaturi, la bassa liquidità dei mercati, assenza di regolamentazione e speculazione.

#### 1) *Immaturità dei mercati*

Tendenzialmente, quando un mercato è giovane, guidato da una tecnologia nuova, tende ad essere più volatile rispetto a mercati più maturi, già presenti nel mercato da molto tempo e quindi conosciuti dagli investitori. Un esempio lampante di questo può essere il fenomeno di Internet che, all'inizio degli anni '90, aveva dei tassi di rendimento molto elevati, proprio perchè era una cosa nuova, in via di sviluppo; le cripto valute stanno avendo un percorso molto simile.

Questo solitamente avviene perchè questi asset sono dotati di una forte componente tecnologica che richiede a sua volta molto tempo per essere perfezionata e adottata da tutti gli individui, quindi la probabilità di fallire è molto elevata (in quanto la suddetta tecnologia potrebbe essere percepita come troppo "difficile" per l'investitore medio).

Dato che le valute digitali non sono ancora divenute "di uso comune", l'elevata volatilità è ancora alimentata dalla speculazione e dall'hype (quindi abbiamo un rapporto rischio/rendimento molto elevato).

#### 2) *Bassa liquidità dei mercati*

Quando parliamo di liquidità facciamo riferimento al concetto di acquistare o vendere un determinato asset in un mercato con estrema facilità. Un mercato caratterizzato da transazioni che raggiungono volumi elevati e con molti partecipanti viene tendenzialmente definito un "mercato ad alta liquidità".

Dato che le cripto valute sono molto giovani, il loro mercato è caratterizzato da una bassa liquidità (se andiamo a guardare i volumi giornalieri possiamo notare che sono molto bassi rispetto ad altri investimenti, es. azioni).

Quando nel mercato è presente bassa liquidità (come nel nostro caso), le variazioni dei prezzi sono "feroci" e improvvise dato che anche semplicemente un ordine di elevata portata ha il potere di alzare il prezzo vertiginosamente o decretarne il collasso. Questi mercati sono quindi soggetti ad una elevata manipolazione per i motivi appena citati. Più il mercato ha una liquidità bassa, più la volatilità tende ad aumentare.

### 3) *Assenza di regolamentazione nei mercati*

I mercati delle valute digitali sono caratterizzati da una elevata assenza di regolamentazione dovuta soprattutto alla complessità della componente tecnologica che li caratterizza (che li rende difficili da regolare).

A causa di questa mancanza di regolamentazione, i cattivi attori entrano in gioco in questi mercati ogni qual volta va a mancare la componente di supervisione del mercato stesso. Questi soggetti possono o utilizzare uno schema di "*pump-and-dump*" (uno dei modi più rapidi per guadagnare; consiste in uno schema caratterizzato da una elevata inflazione del valore di un asset appena prima di un crollo pianificato/improvviso) oppure attraverso la manipolazione dei volumi di trading.

Più un mercato è manipolabile, più è instabile e molto volatile dato che i cattivi investitori, tramite le tecniche appena descritte, possono influenzare in modo positivo o negativo il mercato delle crypto; queste oscillazioni causeranno reazioni di panico o di hype tra gli investitori comuni che a loro volta contribuiranno a far aumentare la volatilità.

#### 4) *Speculazione*

In un mercato caratterizzato dall'assenza di regole uno dei fattori principali che influisce in modo significativo nel valore delle crypto è la speculazione. Dal momento che i valori delle valute digitali sono difficili da quantificare sulla base delle analisi tradizionali, il fenomeno della speculazione è molto diffuso. Il metodo più efficace per poterle valutare è quindi andare a speculare/scommettere nel loro utilizzo futuro. Visto che le crypto sono sempre state e continuano ad essere considerate elementi caratterizzati da una forte componente speculativa, i mercati sono altamente instabili e questo crea numerosi rischi<sup>6</sup>.

#### **3.1.3 Quale mercato segue l'altro?**

Una volta calcolato il rendimento, ci si è serviti di questo valore per vedere se ci potesse essere una sorta di correlazione tra i due mercati presi in analisi (se all'aumentare/diminuire del prezzo di Ethereum in un mercato, l'altro exchange si comportava di conseguenza).

Per verificare questa sorta di relazione mi sono servito del programma di Eviews utilizzando il test di ARCH (AutoRegressive Conditional Heteroskedasticity); metodo che viene utilizzato per analizzare le serie temporali finanziarie in quanto sia le serie storiche che finanziarie presentano dei legami tra loro non lineari (per molto tempo questo è stato un problema in quanto i modelli statistici a disposizione non riuscivano a risolvere questo tipo di problema)<sup>7</sup>.

Se andiamo ad analizzare questi modelli, gli errori, grandi e/o piccoli, sembrano essere ricorrenti andando a creare una sorta di eteroschedasticità dove la varianza del termine di errore è dipendente da questi.

---

<sup>6</sup> Aziz, Master the Crypto Founder, (2019), disponibile a <https://masterthecrypto.com/crypto-volatility-important-cryptocurrency-market/>

<sup>7</sup> Kenton W., Autoregressive Conditional Heteroskedasticity (ARCH), (2019), disponibile a <https://www.investopedia.com/terms/a/autoregressive-conditional-heteroskedasticity.asp>

Quando andiamo ad analizzare le serie storiche dei rendimenti possiamo notare due tipi di caratteristiche:

- 1) *le distribuzioni sono leptocurtiche* (vale a dire delle distribuzioni dove la massa di probabilità che ricade nelle code risulta essere maggiore rispetto a quella che troviamo nella funzione di densità della variabile casuale normale; nel test dovremmo avere una curtosi elevata);
- 2) *il volatility clustering* (vale a dire quando le serie storiche sono caratterizzate da periodi di elevata oscillazione e periodi di bassa oscillazione; "volatilità a grappoli").

Queste due componenti sono in stretta relazione tra di loro; il modello ARCH è stato introdotto per analizzare/modellare questo fenomeno. Il test ARCH può essere utilizzato solamente se le due variabili da me prese in considerazione non sono dei White Noise; per verificare l'assenza di White Noise mi sono servito dei correlogrammi (Figura 1 e Figura 2) da cui possiamo vedere che il White Noise non è presente.

Figura 1. Correlogramma Bitstamp

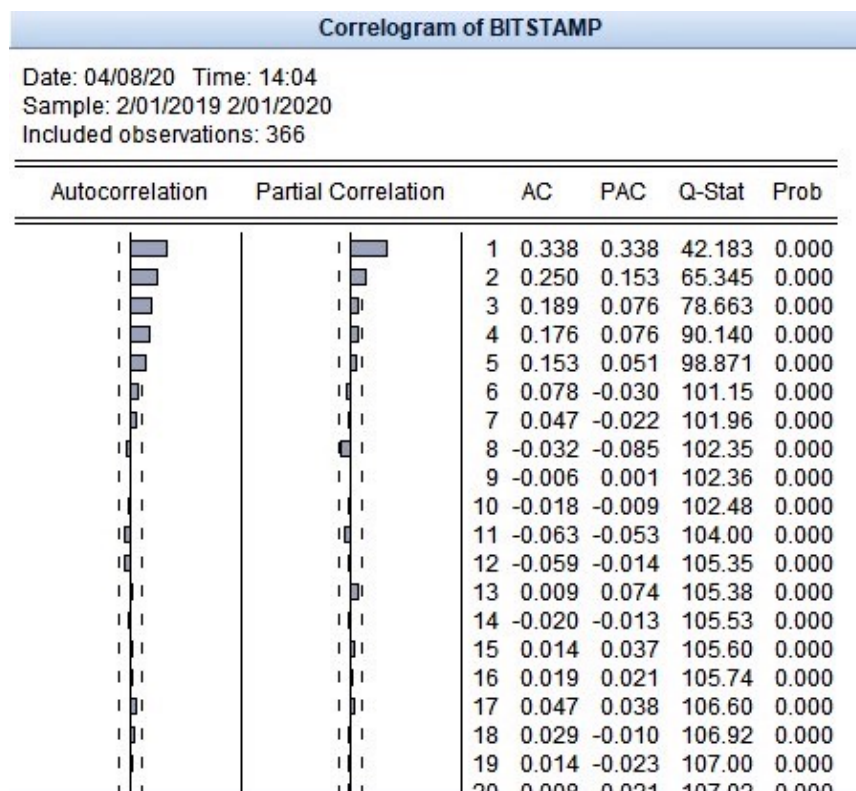
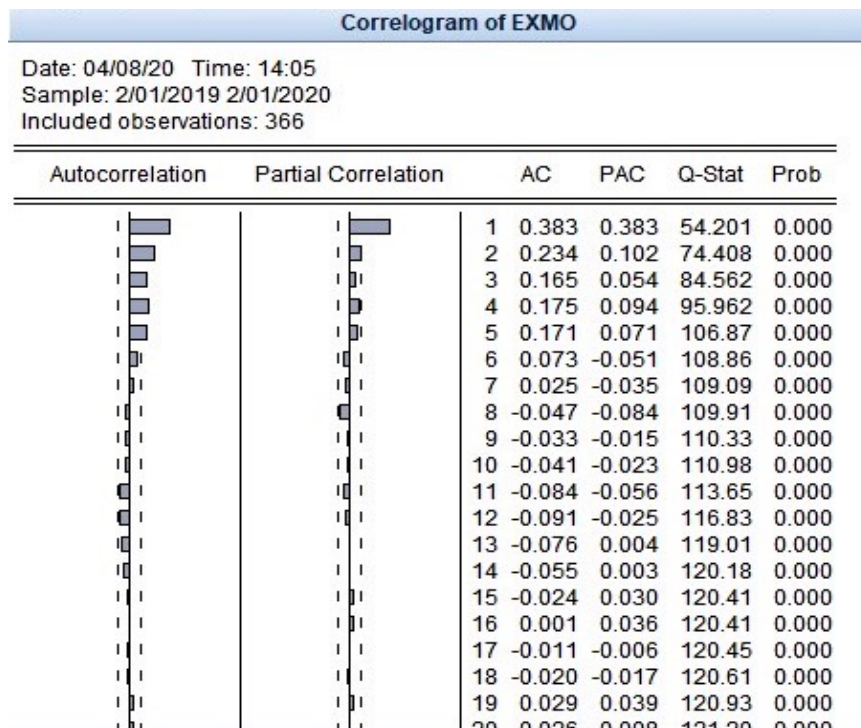


Figura 2. Correlogramma Exmo



Andiamo ora a vedere se troviamo la presenza di leptocurtosi e volatility clustering in entrambe le variabili prese in considerazione.

Figura 3. Distribuzione Bitstamp

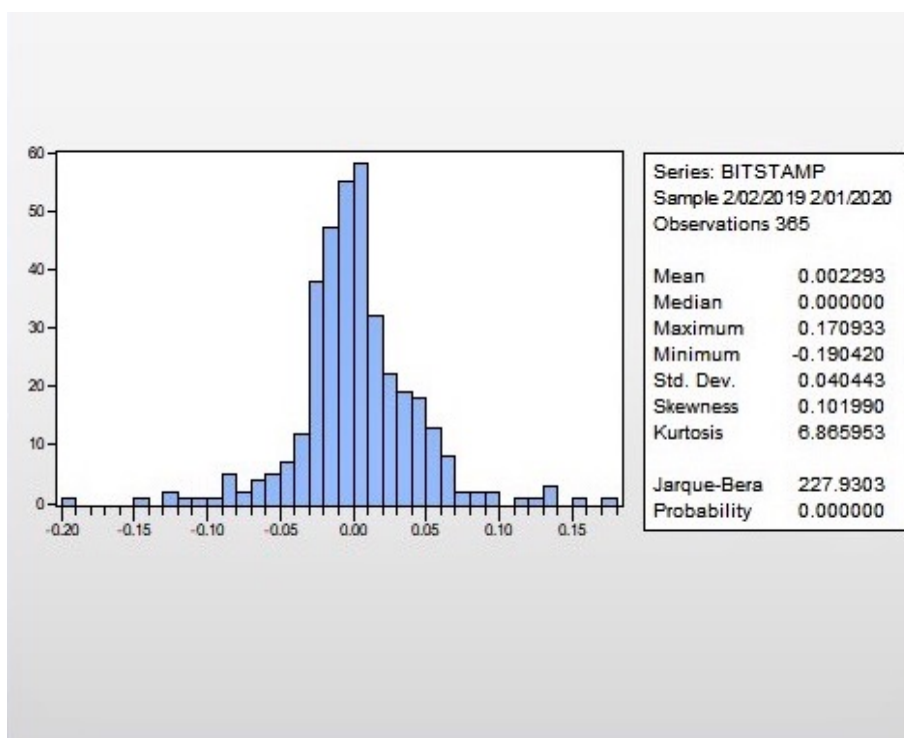


Figura 4. Frequenza Bitstamp

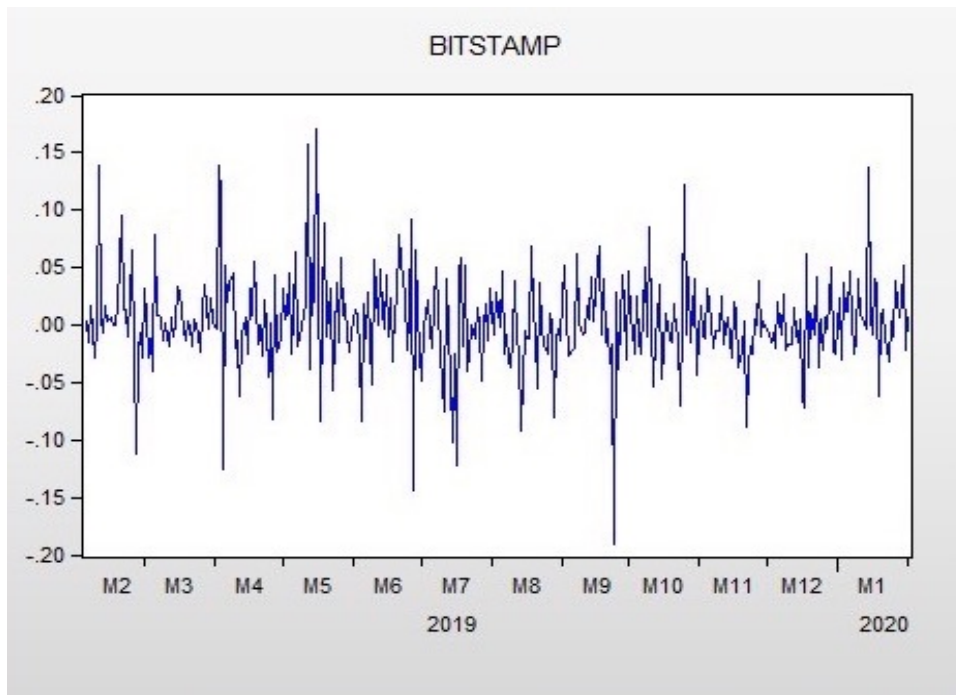


Figura 5. Distribuzione Exmo

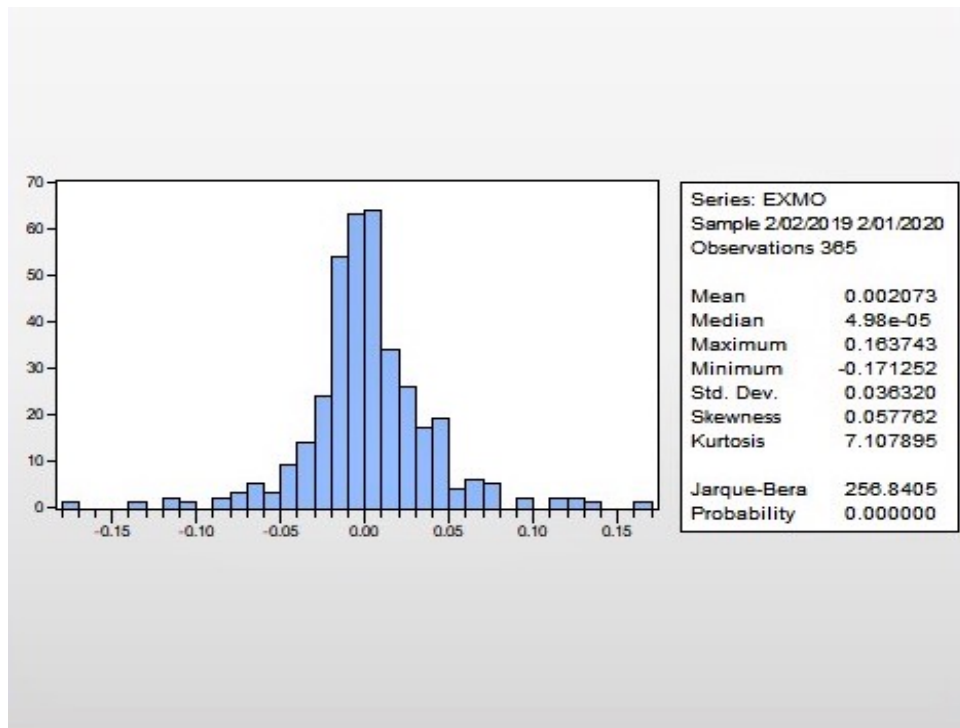
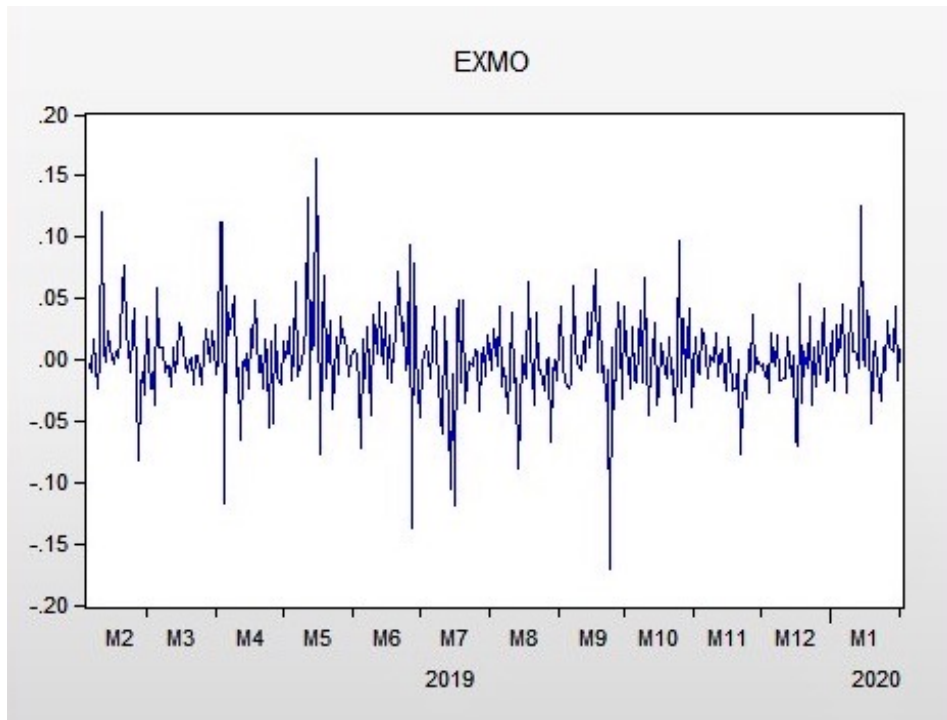




Figura 6. Frequenza Exmo



Come possiamo vedere le due serie storiche dei rendimenti di Bitstamp e Exmo relative al periodo che va dal 01/02/2019 al 01/02/2020 presentano sia distribuzioni leptocurtiche (con l'indice di curtosi pari a 6,86 per Bitstamp e 7,10 per Exmo) sia volatility clustering con periodi di oscillazioni elevate e periodi dove le oscillazioni sono molto più modeste.

Una volta verificate queste condizioni ho effettuato due test dove ho messo a confronto le variazioni di Ethereum in Bitstamp al tempo  $T$  con le variazioni di Ethereum in Exmo al tempo  $T-1$  e le variazioni di Ethereum in Bitstamp al tempo  $T-1$  con le variazioni di Ethereum in Exmo al tempo  $T$ . Se Bitstamp si muove prima di Exmo dovrebbe essere significativo il coefficiente della variazione del giorno dopo di Exmo; se invece è Bitstamp che segue Exmo dovrebbe essere significativo il coefficiente di Exmo. Le formule statistiche illustrate nella Figura 7 e nella Figura 8 sono rispettivamente:

- $\text{Bitstamp}_t = \alpha + \beta \text{Exmo}_{t-1} + \sigma^2_\varepsilon$
- $\text{Exmo}_t = \alpha + \beta \text{Bitstamp}_{t-1} + \sigma^2_\varepsilon$

Figura 7. Risultati Bitstamp c Exmo(-1)

Dependent Variable: BITSTAMP  
 Method: ML ARCH - Normal distribution (Marquardt / EViews legacy)  
 Date: 04/17/20 Time: 15:51  
 Sample (adjusted): 2/03/2019 2/01/2020  
 Included observations: 364 after adjustments  
 Convergence achieved after 15 iterations  
 Presample variance: backcast (parameter = 0.7)  
 GARCH = C(3) + C(4)\*RESID(-1)^2

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.002453	0.002304	1.064698	0.2870
EXMO(-1)	0.105196	0.066458	1.582883	0.1134

Figura 8. Risultati Exmo c Bitstamp(-1)

Dependent Variable: EXMO  
 Method: ML ARCH - Normal distribution (Marquardt / EViews legacy)  
 Date: 04/17/20 Time: 16:00  
 Sample (adjusted): 2/03/2019 2/01/2020  
 Included observations: 364 after adjustments  
 Convergence achieved after 62 iterations  
 Presample variance: backcast (parameter = 0.7)  
 GARCH = C(3) + C(4)\*RESID(-1)^2

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.038885	0.002413	16.11574	0.0000
BITSTAMP(-1)	0.199622	0.029150	6.848164	0.0000

Come si può osservare dai due test, è l'Exchange Exmo che segue le variazioni dell'Exchange Bitstamp in quanto, dato il livello di significatività dell'1%, se confronto Bitstamp al tempo  $T$  con Exmo al tempo  $T-1$  vediamo che Exmo non è significativa (quindi, già da questo primo test possiamo dire che Exmo segue Bitstamp); se poi vado a effettuare il confronto tra Exmo al tempo  $T$  e Bitstamp al tempo  $T-1$  ne emerge che la variazione di Bitstamp è significativa (segno che Bitstamp non segue Exmo). I risultati ottenuti possono essere definiti coerenti con l'elaborato in quanto, essendo Bitstamp il mercato più grande tra i due, dovrebbe essere il mercato seguito e non quello che segue (cosa che abbiamo dimostrato).

### 3.2 Bid - Ask Spread

Ora che abbiamo definito cos'è la volatilità, la sua importanza nel mondo delle cripto valute, come si muove all'interno dei nostri due exchange e da quali fattori è influenzata, spostiamo la nostra attenzione su un altro elemento importante: lo spread Bid - Ask.

Il prezzo Bid e il prezzo Ask sono i dati più importanti che devono essere considerati quando si eseguono delle operazioni in un mercato. In un mercato qualsiasi, il Bid Price è il prezzo più elevato che il mercato è disposto a pagare per un determinato strumento di trading. Quando ci sono diversi acquirenti disposti a pagare un prezzo diverso, il Bid Price è semplicemente il prezzo più alto tra questi.

L'Ask Price, invece, è il prezzo più basso che il mercato è disposto a vendere un determinato strumento di trading (questo viene comunemente chiamato anche come il prezzo d'offerta). In questo caso, vale la regola opposta a quanto detto per il prezzo Bid, ossia che, se nel mercato sono presenti diversi venditori che propongono un prezzo diverso di vendita, l'ordine avente il prezzo più basso indicherà l'Ask Price.

Da dove derivano questi due prezzi?

Per comprenderlo al meglio è utile considerare due tipi di mercati: i mercati che si basano sulle quotazioni (Quoten Driven Markets) e i mercati che si basano sugli ordini (Order Driven Markets).

I Quoten Driven Markets sono gestiti da un broker o da un market maker che hanno il compito di mantenere il mercato "in ordine", quotando un prezzo bid e un prezzo ask in continuazione per qualsiasi strumento di mercato di cui si vanno ad occupare<sup>8</sup>.

---

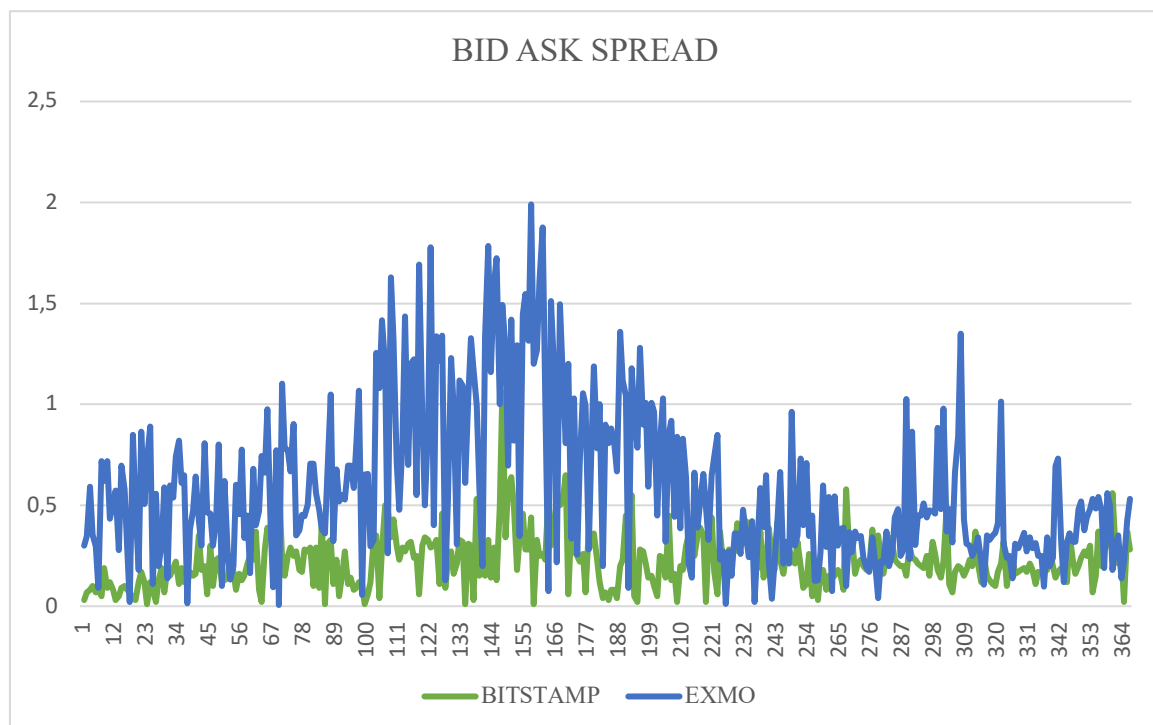
<sup>8</sup> Langager C., Quoten-Driven vs Order-Driven Markets: what's the difference?, (2019) disponibile a <https://www.investopedia.com/ask/answers/06/quoteorderdrivenmarket.asp>

Gli Order Driven Markets sono completamente basati da ordini di acquisto e di vendita di tutti i partecipanti a quel mercato. In questo caso gli ordini vengono elaborati da un broker che applica una commissione<sup>9</sup>.

Il Bid - Ask Spread non è altro che la differenza tra il bid price e l'ask price. Mentre nei Quoten Driven Markets lo spread viene determinato da un market maker o da un broker, negli Order Driven Markets sono la domanda e l'offerta che determinano lo spread Bid - Ask.

Tendenzialmente, quando lo spread è molto basso significa che abbiamo un mercato molto più liquido (caratterizzato da più acquirenti e venditori e più market maker o broker). Una maggiore competizione tra i venditori comporta una maggiore riduzione dell'Ask Price, mentre una maggiore competizione tra i compratori comporta un aumento del Bid Price, riducendo il divario con il prezzo Ask, andando quindi a ridurre lo spread. Discorso opposto invece per i mercati caratterizzati da una bassa liquidità.

*Grafico 7. Confronto Bid-Ask Spread*



<sup>9</sup> Langager C., Quoten-Driven vs Order-Driven Markets: what's the difference?, (2019) disponibile a <https://www.investopedia.com/ask/answers/06/quoteorderdrivenmarket.asp>

Nel Grafico 7 possiamo notare come lo spread Bid - Ask in Exmo sia molto più elevato dello spread nell' exchange Bitstamp; ciò sta ad indicare che Exmo è un mercato molto meno liquido di Bitstamp, dove i volumi di USD scambiati sono inferiori dato l'elevato spread che lo caratterizza.

Questi risultati trovano conferma anche nel Grafico 8 e nel Grafico 9: nel primo troviamo la differenza di volumi di USD giornalieri (riferiti a Ethereum) scambiati nei due exchange nel periodo da me scelto mentre nel secondo troviamo il rolling a un mese del Bid - Ask Spread che va ancora di più a rafforzare quanto detto nel precedente grafico.

*Grafico 8. Confronto volumi*

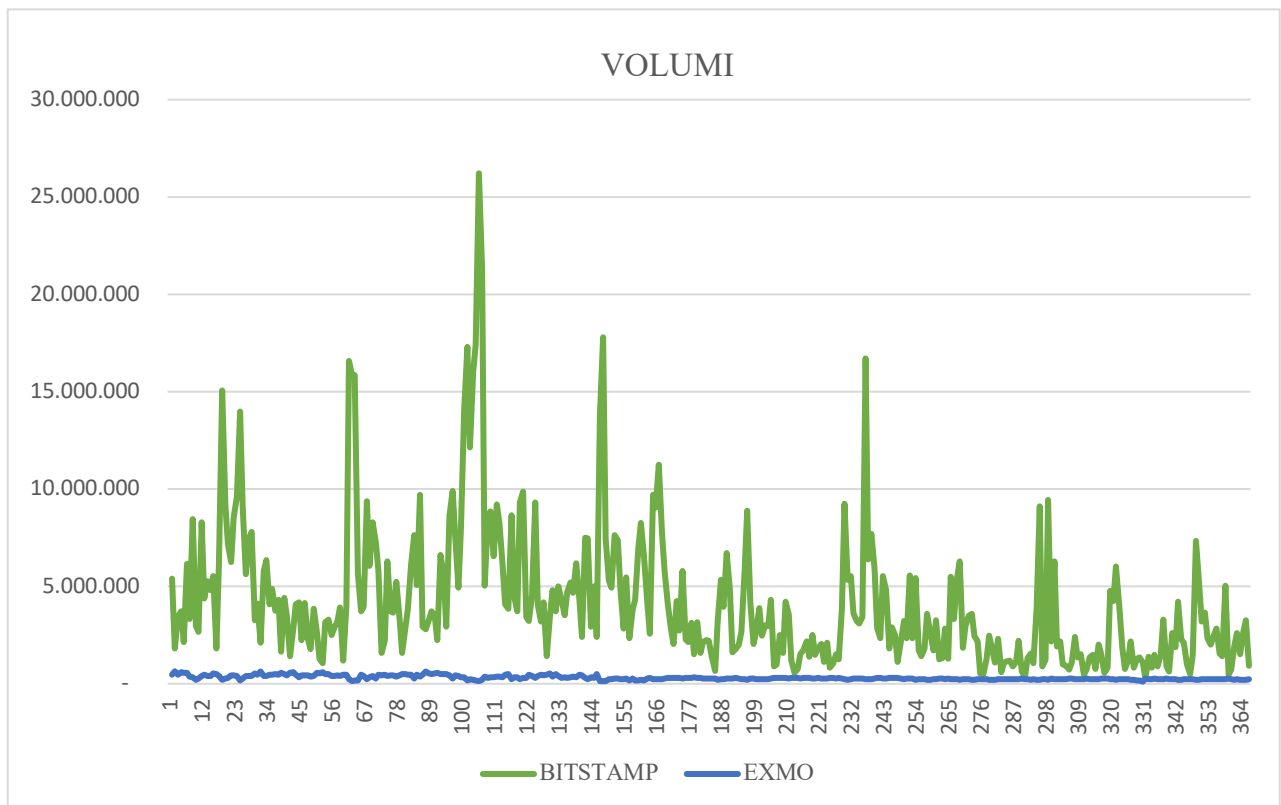
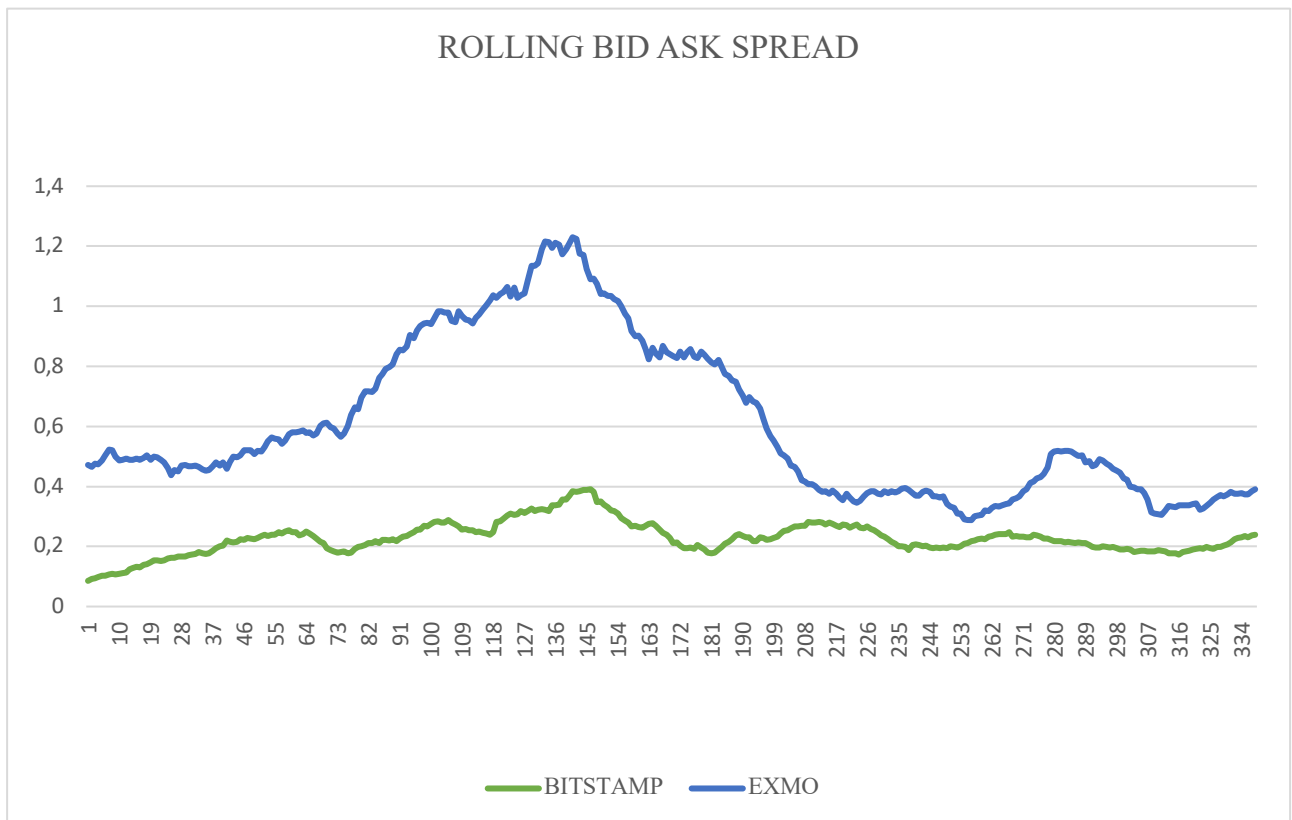


Grafico 9. Confronto Rolling Bid - Ask Spread

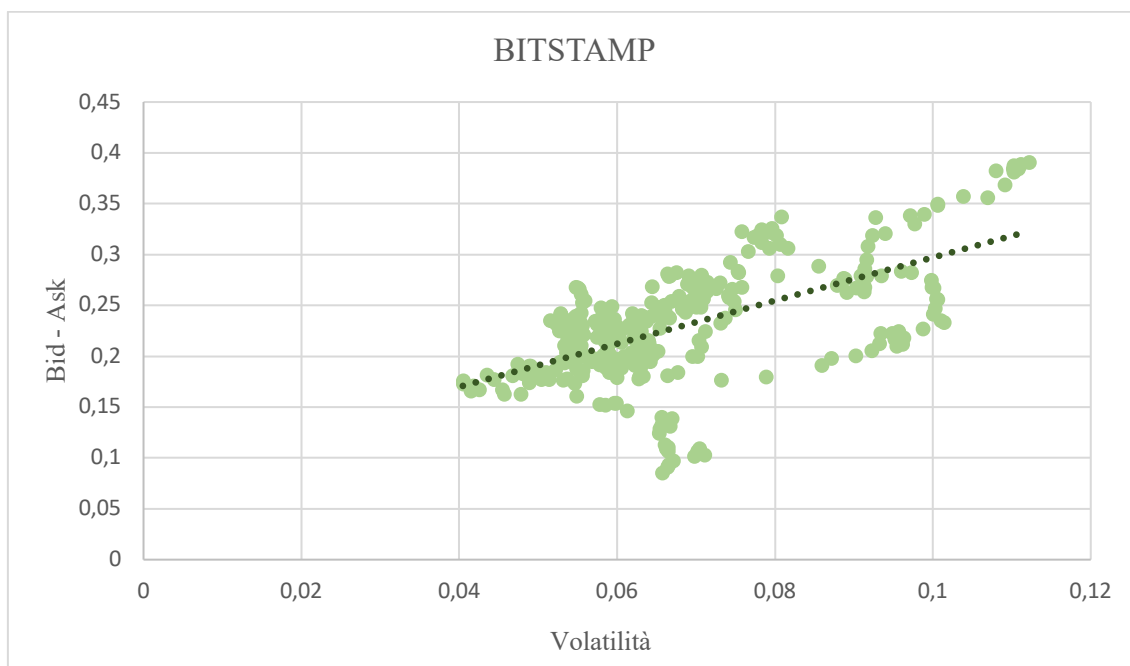


### 3.2.1 Relazione Bid - Ask Spread / Volatilità

Una volta analizzato lo spread sono andato a vedere se ci potesse essere una relazione tra le due variabili. All'interno di questi mercati gli ordini limite e di mercato dovrebbero avere gli stessi costi effettivi in media. Questo implicherebbe una sorta di relazione lineare tra il Bid - Ask spread e la volatilità (ossia all'aumentare della volatilità dovrebbe aumentare pure lo spread).

Per verificare questa relazione sono andato a costruire degli scatter plot per entrambi gli exchange. Qui sotto possiamo trovare il grafico di Bitstamp (Grafico 10) dove, come variabile dipendente (ossia la nostra Y) c'è il Bid - Ask Spread e come variabile indipendente (la nostra X) c'è la volatilità.

Grafico 10. Scatter Plot Bitstamp



Già da questo grafico si nota che all'aumentare della volatilità aumenta anche lo spread Bid - Ask. Possiamo dire che, nonostante non sia un ottimo grafico (avremo ottenuto sicuramente un'analisi migliore con i dati al minuto), è comunque "parlante". Una volta "plottato" lo scatter plot ho deciso di effettuare anche una regressione sugli stessi dati per vedere quanto attendibili fossero i miei risultati.

Tabella 3. Statistica Regressione Bitstamp

#### OUTPUT RIEPILOGO

##### Statistica della regressione

R multiplo	0,611775868
R al quadrato	0,374269713
R al quadrato corretto	0,372407421
Errore standard	0,043281686
Osservazioni	338

L'R al quadrato ci indica quale parte del Bid - Ask Spread è spiegata dalla volatilità e quanta non è spiegata. In questo caso il valore di 0,37, anche se non è particolarmente elevato, può essere ritenuto accettabile visto che stiamo ipotizzando che ci sia un unico fattore dal quale dipende il movimento del Bid -Ask Spread; la parte non

spiegata dal modello sarà determinata da altri fattori che, in questo caso, non vengono considerati.

Tabella 4. Analisi Varianza Bitstamp

ANALISI VARIANZA					
	<i>gdl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>Significatività F</i>
Regressione	1	0,37648279	0,37648279	200,97257	4,39317E-36
Residuo	336	0,62943026	0,0018733		
Totale	337	1,00591305			

Nella Tabella 4 dobbiamo guardare con particolare attenzione il test F, un test d'ipotesi sul rapporto tra la varianza dovuta alla regressione e alla varianza dei residui. Abbiamo due ipotesi:

- *Ipotesi nulla* (H0) che il rapporto sia 1 e quindi la nostra retta di regressione risulti essere poco esplicativa della dispersione di dati;
- *Ipotesi alternativa* (H1) che il rapporto sia maggiore di 1 e quindi che la retta di regressione risulti essere molto esplicativa della dispersione di dati.

La statistica, in questo caso, cade ampiamente nella zona di rifiuto; andremo quindi a rifiutare l'ipotesi nulla e a ritenere l'ipotesi alternativa come statisticamente significativa: la nostra regressione va a spiegare bene la dispersione di dati.

Tabella 5. Alfa e Beta Bitstamp

	<i>Coefficienti</i>	<i>Errore standard</i>	<i>Stat t</i>	<i>Valore di significatività</i>
Intercetta	0,08503337	0,010348238	8,217183196	4,56847E-15
Variabile X 1	2,12099728	0,149613822	14,17647945	4,39317E-36

Nella Tabella 5 possiamo vedere le statistiche relative alla significatività dei coefficienti: l'intercetta Alfa e il Beta del Bid -Ask. L'ipotesi nulla è che i valori siano uguali a 0 mentre l'ipotesi alternativa è che i valori siano diversi da 0. Per quanto riguarda l'intercetta, se andiamo ad utilizzare un livello di significatività del 5%, siamo

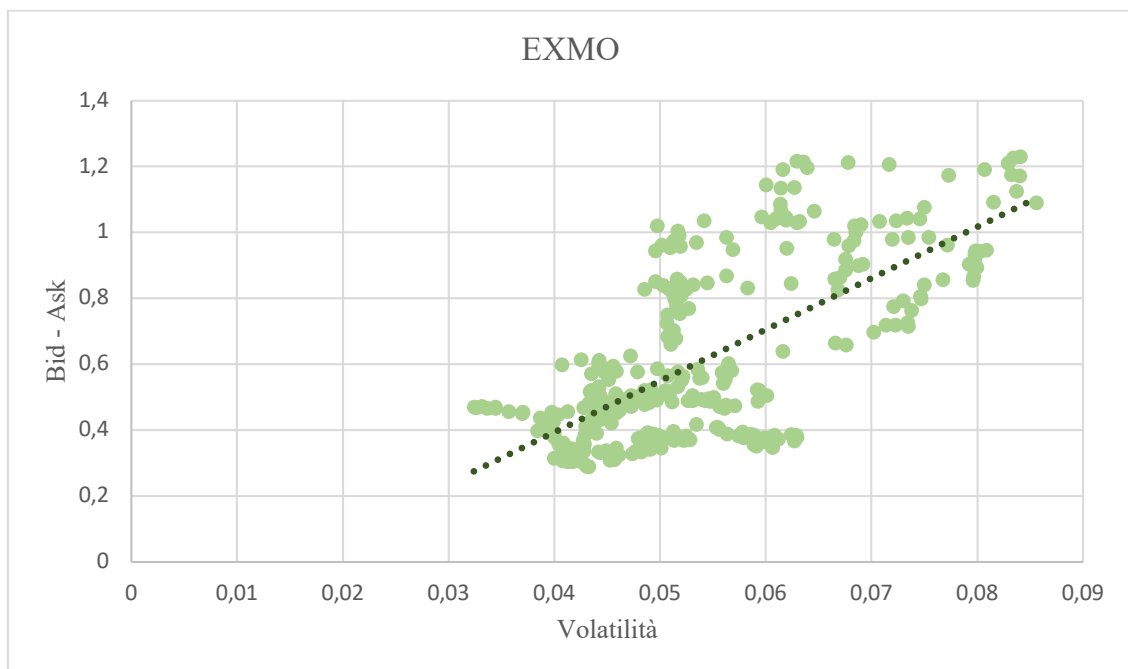


portati a rifiutare l'ipotesi nulla quindi possiamo affermare che essa abbia un valore diverso da 0.

Il Beta ha un valore di 2,12 caratteristico di un titolo caratterizzato da una elevata volatilità. Anche in questo caso ci troviamo largamente in zona di rifiuto andando ad osservare il valore di significatività. Il nostro Beta, quindi la pendenza della retta di regressione, sarà significativamente diverso da 0.

Andiamo ora a vedere i risultati per Exmo costruendo un grafico (Grafico 11) utilizzando la stessa variabile dipendente e la stessa variabile indipendente scelte per Bitstamp.

*Grafico 11. Scatter Plot Exmo*



Anche in questo caso il Grafico 11 suggerisce una relazione positiva tra le due variabili prese in considerazione nonostante il grafico non sia perfetto. Vado ora a effettuare la regressione per vedere se posso confermare quanto detto in precedenza.

Tabella 6. Output Riepilogo Exmo

OUTPUT RIEPILOGO	
<i>Statistica della regressione</i>	
R multiplo	0,698272228
R al quadrato	0,487584105
R al quadrato corretto	0,486059057
Errore standard	0,18768697
Osservazioni	338

Andiamo inizialmente ad effettuare un'analisi sull'R al quadrato: possiamo vedere che esso è pari a 0,48, più elevato rispetto a quello di Bitstamp, quindi in questo caso la volatilità va ad esercitare un'influenza maggiore sul Bid - Ask Spread rispetto a prima. Anche in questo caso l'R quadro non è particolarmente elevato ma possiamo comunque ritenerlo accettabile.

Tabella 7. Analisi Varianza Exmo

ANALISI VARIANZA					
	<i>gdl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>Significatività F</i>
Regressione	1	11,2624914	11,2624914	319,717364	1,02253E-50
Residuo	336	11,83607	0,0352264		
Totale	337	23,0985614			

Guardiamo ora il test F. Ricordiamo che le ipotesi sono sempre due:

- $H_0$ : il rapporto deve essere uguale a 1
- $H_1$ : il rapporto deve essere maggiore di 1

Anche in questo caso andiamo a rifiutare pesantemente l'ipotesi nulla a favore dell'ipotesi alternativa e quindi possiamo affermare che la nostra retta di regressione vada a spiegare molto bene la dispersione dei dati.

Tabella 8. Alfa e Beta Exmo

	<i>Coefficienti</i>	<i>Errore standard</i>	<i>Stat t</i>	<i>Valore di significatività</i>
Intercetta	0,171240774	0,044874162	3,816021612	0,000161412
Variabile X 1	1,60071568	0,648786301	17,88064215	1,02253E-50

Infine, andiamo ad analizzare l'intercetta (l'Alfa) e il nostro Beta. Ricordo che l'ipotesi nulla è che i valori siano pari a 0 e che l'ipotesi alternativa è che i valori siano diversi da 0. Sia per l'Alfa che per il Beta possiamo affermare che, dato un livello di significatività del 5%, per entrambe le variabili siamo portati a rifiutare l'ipotesi nulla a favore dell'ipotesi alternativa (sono entrambe diverse da 0).

### 3.3 Manipolazione

Dopo aver introdotto il concetto di volatilità, aver visto che l'Exchange Exmo segue l'Exchange Bitstamp, introdotto il concetto di Bid - Ask Spread e aver verificato la sua relazione con la volatilità, mi sono soffermato in un tema molto importante nel mondo delle criptovalute, ossia la manipolazione. Come abbiamo potuto verificare dal Grafico 8, i volumi scambiati di Ethereum nell'exchange Bitstamp sono nettamente superiori rispetto ai volumi scambiati all'interno dell'Exchange Exmo; questo suggerisce un mercato più liquido in Bitstamp rispetto a Exmo in cui dovrebbero risultare prezzi maggiori (i mercati caratterizzati da una liquidità elevata sono caratterizzati anche da prezzi elevati rispetto ad altri exchange). Questo principio, però, non è del tutto confermato dal Grafico 4 che mostra l'andamento di ETH nei due exchange dove possiamo vedere che, in alcuni casi, il prezzo in Exmo (caratterizzato da bassi volumi) è maggiore del prezzo in Bitstamp; l'arbitraggio va quindi effettuato in entrambe le direzioni e non solo effettuando l'acquisto di ETH in Exmo (dove, teoricamente dovremmo sempre avere il prezzo più basso) e vendendo la stessa cripto in Bitstamp.

Ma come mai il prezzo di Ethereum risulta essere più alto, in alcuni casi, in Exmo rispetto a Bitstamp? Questo è dovuto alla manipolazione che permette a determinati attori presenti nel mercato chiamati "balene" (solitamente persone molto ricche) di

modificare il prezzo di un determinato asset scambiato in un mercato. Esistono tre strategie che vengono utilizzate dalle "balene":

### 1) *Pump and Dump*

È la strategia più utilizzata dalle balene per manipolare il mercato delle criptovalute. Consiste nell'accumulare una notevole quantità di moneta (o cripto moneta, in questo caso) in modo graduale (nel corso di alcuni giorni) causando un aumento dei prezzi (Pump). Questo aumento dei prezzi attirerà nuovi investitori all'interno del mercato secondo il fenomeno noto come il Fear of Missing Out (FOMO). L'ingresso di nuovi investitori spinge il prezzo dell'asset in questione ancora più in alto e, quando la balena è soddisfatta del margine creato, inizierà a vendere (Dump). Questa è la tattica più utilizzata nei mercati caratterizzati da bassa liquidità.

### 2) *Sell Walls*

Consiste nell'utilizzare delle informazioni interne riguardanti notizie positive rispetto ad un determinato asset che saranno rese pubbliche in seguito (avrà accesso a queste informazioni con largo anticipo rispetto al mercato). La "balena" cercherà quindi di accumulare una grossa quantità di quel determinato bene in tempi rapidi per sfruttare il prezzo ancora basso. Per acquistare l'asset al prezzo basso la balena dovrà creare un muro di vendita (sell wall) in modo da far vendere a numerosi investitori. Ora che il prezzo è molto basso, la balena acquisterà una grande quantità del bene per poi rivenderla quando le informazioni interne saranno rese pubbliche<sup>10</sup>.

### 3) *Dark Pools*

Le piscine buie o "dark pools" consistono in scambi privati che permettono alle nostre balene (es. istituzioni finanziarie) di comprare e vendere in forma anonima. Questa attività di trading non influisce sul valore di scambio pubblico delle cripto valute; in

---

<sup>10</sup> Richard, 3 Ways The Rich Manipulate The Cryptocurrency market, (2018), disponibile a <https://www.mycryptopedia.com/3-ways-the-rich-manipulate-the-cryptocurrency-market/>

questo modo le balene possono accumulare notevoli quantità di valuta digitale senza farlo sapere al mercato. È proprio grazie alle dark pools che le balene possono effettuare la strategia dei muri di vendita<sup>11</sup>.

### 3.4 Value at Risk

Prima di introdurre il concetto di arbitraggio con i relativi esempi è opportuno fare una breve analisi di un principio molto importante ai fini del nostro elaborato ossia il "Value at Risk" (o VaR).

Quando parliamo di VaR stiamo ad indicare una misura di esposizione al rischio, è un metodo per quantificare una determinata esposizione<sup>12</sup>. Quando andiamo a quantificare questa esposizione possiamo utilizzare:

- *misure di trasmissione del rischio*: andiamo cioè a calcolare come il prezzo di un determinato strumento finanziario (o i flussi finanziari ad esso associati) variano al variare di diversi fattori (tassi di interesse, tassi di cambio,...);
- *misure puntuali del rischio*: andiamo quindi a quantificare la perdita massima che un investitore ipotizza di avere in un determinato orizzonte temporale già prestabilito.

Esistono diversi metodi che possiamo utilizzare per calcolare l'esposizione ad un rischio:

1. Metodi basati sul factor model o pricing model (tra cui possiamo ricordare gli *stress tests*, lo *scenario analysis* e il *sensitivity analysis*)
2. Misure puntuali del rischio (*volatilità*, descritta nel capitolo precedente, e il *VaR*).

---

<sup>11</sup> Richard, 3 Ways The Rich Manipulate The Cryptocurrency market, (2018), disponibile a <https://www.mycryptopedia.com/3-ways-the-rich-manipulate-the-cryptocurrency-market/>

<sup>12</sup> Kenton W., Value at Risk (VaR), (2019) disponibile a <https://www.investopedia.com/terms/v/var.asp>

Il Value at Risk, tra le misure puntuali per l'esposizione al rischio, è la più utilizzata. Il VaR è una statistica che va a misurare e quantificare un livello di rischio in termini finanziari che può verificarsi all'interno di un portafoglio, di una posizione, all'interno di un'impresa, .... in un determinato periodo di tempo. In sostanza possiamo dire che è la perdita massima ipotizzabile scelto un determinato livello di confidenza<sup>13</sup>.

Solitamente il VaR viene utilizzato frequentemente dalle banche commerciali e di investimento quando devono andare a determinare l'entità delle perdite potenziali nei loro portafogli istituzionali.

Il Value at Risk considera principalmente 3 elementi:

- 1) la perdita massima potenziale che possiamo subire (un investimento, una posizione, ...);
- 2) il livello di confidenza prestabilito (la probabilità);
- 3) un arco temporale<sup>14</sup>.

Se andiamo a rappresentare questo valore in termini di probabilità possiamo dire che il Value at Risk è la misura tale per cui:

$$\text{Probability (Loss in a period } N > VaR) = 1 - c$$

Nella formula, "c" sta ad indicare l'intervallo di confidenza scelto (solitamente sono 3: 90%, 95% e 99%).

È uno dei metodi più utilizzati in quanto rappresenta, con un solo numero, un elemento molto importante del rischio, è molto facile da utilizzare e comprendere e riesce a dirci quanto male possono andare le cose.

---

<sup>13</sup> Kenton W., Value at Risk (VaR), (2019) disponibile a <https://www.investopedia.com/terms/v/var.asp>

<sup>14</sup> Harper D. R., An Introduction to Value at Risk (VAR), (2020), disponibile a <https://www.investopedia.com/articles/04/092904.asp>

Parametri fondamentali all'interno del Value at Risk sono:

- *l'arco temporale* entro il quale voglio stimare il rischio, indicato con N (questo parametro tendenzialmente viene espresso in giorni anteponendo la radice quadrata  $\sqrt{N}$ );
- *l'alfa* ( $\alpha$ ) a cui è associato un determinato livello di confidenza.

Questa misura può essere calcolata utilizzando 3 tipi di approcci:

- 1) *parametrico*;
- 2) *storico*;
- 3) *simulazione Monte Carlo*<sup>15</sup>.

In questo elaborato andrò ad utilizzare il metodo parametrico che si basa sulla seguente formula:

$$VaR = E * \sigma * \alpha * \text{square root } (t)$$

dove "E" rappresenta il valore di Ethereum in un determinato giorno, " $\sigma$ " rappresenta la volatilità giornaliera, " $\alpha$ " indica la probabilità a cui è associato un determinato intervallo di confidenza e "square root (t)" sta ad indicare la radice quadrata dell'arco di tempo preso in considerazione espresso in giorni.

Qui sotto possiamo trovare due esempi di Value at Risk calcolati per Exmo (nel caso in cui io andassi a comprare Ethereum in Bitstamp e li vendessi in Exmo) e per Bitstamp (nel caso in cui facessi l'operazione opposta).

---

<sup>15</sup> Harper D. R., An Introduction to Value at Risk (VAR), (2020), disponibile a <https://www.investopedia.com/articles/04/092904.asp>

*Tabella 9. Acquisto in Bitstamp e vendo in Exmo*

Esempio 24/09/2019			
Media	Dev. Standard	Confidenza (0,99)	VaR
0,001299495	0,02888311	2,326347874	10,81215931

*Tabella 10. Acquisto in Exmo e vendo in Bitstamp*

Esempio 26/05/2019			
Media	Dev. Standard	Confidenza (0,99)	VaR
0,009998381	0,030811965	2,326347874	18,98355869



## Capitolo 4

### 4. Fees

I costi di transazione rappresentano un elemento fondamentale per vedere se, data la differenza dei prezzi tra i due exchange presi in considerazione (Bitstamp e Exmo), è possibile o meno andare a sfruttare l'opportunità di arbitraggio.

#### 4.1 Fees Bitstamp

Prima di introdurre le fees dell'exchange è bene fare una breve descrizione di come funziona il processo di acquisto di Ether nella piattaforma. Il procedimento è composto da 4 passaggi:

1. Aprire un conto gratuito su Bitstamp.net
2. Depositare i fondi sul conto Bitstamp
3. Scegliere la coppia di trading preferita (ETH/USD, ETH/EUR,...) e quanto spendere, poi effettuare un ordine
4. Confermare l'ordine e cliccare su "acquista ETH"<sup>16</sup>.

È bene specificare che le transazioni in uscita di Ethereum nell'exchange sono generate da smart contracts (un contratto in codice che verifica tramite degli script il realizzarsi di una determinata condizione). Anche se non obbligatorio, Bitstamp consiglia sempre di contattare il servizio per l'invio/ricevimento della transazione da/per un determinato conto in modo da verificare che tutti i trasferimenti siano supportati dall'esecuzione di smart contract (per aumentare la sicurezza della transazione stessa)<sup>17</sup>.

---

<sup>16</sup> How to Buy ether (ETH), disponibile a <https://www.bitstamp.net/faq/how-to-buy-ether/>

<sup>17</sup> Ethereum transaction at Bitstamp, disponibile a <https://www.bitstamp.net/faq/ethereum-transactions-at-bitstamp/>

Le fees in Bitstamp sono molto elevate rispetto ad altri exchange, in questo elaborato non andremo ad utilizzarle tutte in quanto non tutte si applicano a qualsiasi tipologia di trasferimento ma, per dovere di cronaca, nelle tabelle sottostanti vado a riportare tutti i costi di transazione per avere un quadro completo della situazione (NB: dato che l'importo delle fees tende a variare in continuazione, è bene specificare che le commissioni che riporterò sono aggiornate al 20 Agosto 2019).

*Tabella 11. Fees Ethereum in Bitstamp*

ETHEREUM	
Deposit	Free on charge
Withdrawal	0,001ETH (0,23USD)

Dalla Tabella 11 possiamo innanzitutto notare che, per quanto riguarda l'acquisto di Ethereum, i costi per il deposito della somma di denaro ammontano a 0, mentre, qualora volessi effettuare un prelievo, le commissioni ammontano a circa 0,001ETH (all'incirca 0,23USD). A queste poi si aggiungono le fees che devono essere pagate in base al volume di USD scambiati durante il corso della giornata. Nella tabella sottostante vado a riportare.

Tabella 12. Fees Volumi in Bitstamp

TRADING FEES		
%	USD VOLUME	
0,50%	10.000	minore di
0,25%	20.000	minore di
0,24%	100.000	minore di
0,22%	200.000	minore di
0,20%	400.000	minore di
0,15%	600.000	minore di
0,14%	1.000.000	minore di
0,13%	2.000.000	minore di
0,12%	4.000.000	minore di
0,11%	20.000.000	minore di
0,10%	50.000.000	minore di
0,07%	100.000.000	minore di
0,05%	500.000.000	minore di
0,03%	2.000.000.000	minore di
0,01%	6.000.000.000	minore di
0,005%	10.000.000.000	minore di
0,00%	10.000.000.000	maggiore di

Come possiamo vedere nella Tabella 12, all'aumentare del volume di USD scambiati diminuisce la commissione che si deve pagare per la transazione.

Stando a quanto riportato dal sito Bitstamp.net, l'acquisto non solo di Ethereum, ma di tutte le crypto currencies, deve essere fatto mediante carta di credito (unico strumento di pagamento consentito ad oggi nella piattaforma). In questo caso la commissione ammonta al 5% dell'importo che un soggetto intende acquistare.

È opportuno ora fare una distinzione tra due tipologie di trasferimenti che possono avvenire all'interno della piattaforma:

- *SEPA transfer*
- *International wire transfer*

SEPA sta per Single Euro Payments Area (area unica dei pagamenti) e consente l'invio di pagamenti in euro. I paesi che aderiscono alla SEPA sono, naturalmente, i 28 stati membri dell'Unione Europea nonché l'Andorra, Monaco, Città del Vaticano e San Marino<sup>18</sup>.

Nella Tabella 13 vado a riportare le commissioni per i trasferimenti SEPA.

*Tabella 13. Fees per SEPA*

SEPA	
Deposit	€ 3
Withdrawal	Free on Charge

Sotto ho indicato i passaggi da effettuare nel caso si volesse utilizzare questo tipo di trasferimento.

1. Accedere al proprio conto Bitstamp
2. Andare nella sezione 'Deposito'
3. Scegliere "Banca UE (SEPA)"
4. Indicare il saldo (in USD o EUR) che si desidera accreditare e inserire l'importo da trasferire
5. Depositare
6. Appariranno le coordinate bancarie di Bitstamp e il vostro numero di messaggio personale - effettuate un bonifico dalla vostra banca e assicuratevi di scrivere il vostro numero di messaggio personale come riferimento per il bonifico<sup>19</sup>.

---

<sup>18</sup> What is SEPA transfer, disponibile a <https://www.bitstamp.net/faq/what-is-sepa-transfer/>

<sup>19</sup> What is SEPA transfer, disponibile a <https://www.bitstamp.net/faq/what-is-sepa-transfer/>

Oltre a questa opzione, abbiamo anche l'International wire transfer. Il bonifico bancario internazionale viene utilizzato per tutti i clienti al di fuori della zona europea SEPA. Il deposito internazionale è consentito solamente per un importo pari o superiore a 50USD.

Le commissioni per l'International Wire Transfer sono indicate nella Tabella 14.

*Tabella 14. Fees International Wire*

International Wire	
Deposit	0,05%
Withdrawal	0,10%

Anche in questo caso, vado a riportare i passaggi da eseguire nel caso volessimo ricorrere a questa metodologia:

1. Accedere al proprio account Bitstamp
2. Andare nella sezione "Deposito"
3. Scegliere 'Banca Internazionale'
4. Indicare il saldo che si desidera accreditare (USD o EUR) e inserire l'importo da trasferire
5. Depositare
6. Appariranno le coordinate bancarie di Bitstamp - effettuare un bonifico tramite la vostra banca. Assicuratevi di includere il vostro numero di messaggio personale come riferimento per il trasferimento
7. Come messaggio per motivare il trasferimento scrivere "Investimento"<sup>20</sup>.

In questa tesi, andrò a verificare se è possibile sfruttare l'opportunità di arbitraggio con l'ipotesi dell'International Wire Transfer dato che l'elaborato è basato su ETH/USD.

---

<sup>20</sup> What is an International Wire Transfer, disponibile a <https://www.bitstamp.net/faq/what-is-an-international-wire-transfer/>

A queste commissioni, che ogni investitore deve sostenere quando va ad acquistare Ethereum, si possono aggiungere ulteriori fees, che in questo elaborato non andrò ad utilizzare in quanto sono "addizionali" e non vengono sostenute qualora si volesse acquistare e vendere la stessa cripto valuta in due exchange diversi nello stesso giorno ma, per dovere di cronaca, ho volute comunque riportarle nella Tabella 15.

*Tabella 15. Fees Non Standard Processing*

<b>NON STANDARD PROCESSING</b>	
Transfer Return	0,25%
Transfer Trace	35,00 USD
Transfer Amendments	35,00 USD
Administrative Costs	50,00 USD
Transfer Re-Call	35,00 USD
Transfer Receipt	35,00 USD

## 4.2 Fees Exmo

Oltre alle commissioni dell'exchange "Bitstamp" è opportuno considerare anche le commissioni di Exmo in quanto, a causa della volatilità che colpisce questi strumenti, non sempre il prezzo di Ethereum in Exmo è maggiore del prezzo di Ethereum in Bitstamp ma avviene l'esatto opposto e quindi l'arbitraggio può essere effettuato anche "inversamente" (acquisto in Exmo e vendo in Bitstamp).

Anche in questo caso è opportuno andare a vedere come si svolge il processo di acquisto di Ethereum nella piattaforma. Il procedimento è composto da 4 passaggi:

1. Accedere nel proprio conto EXMO e andare nel link "Compra/Vendi"
2. Cliccare sulla valuta che si vuole utilizzare (EUR,USD) e andare nella coppia di trading ETH/USD, ETH/EUR
3. Scegliere Ordine al limite o Ordine istantaneo
4. Inserire l'importo che si desidera spendere o il numero di ETH che si intende acquistare e cliccare su "Acquista"<sup>21</sup>.

Per quanto riguarda Ethereum i costi di transazione sono illustrati nella Tabella 16.

*Tabella 16. Fees Ethereum in Exmo*

ETHEREUM	
Deposit	Free on charge
Withdrawal	0,03ETH (0,60USD)

Anche in questo caso, come per Bitstamp, i costi per il deposito sono pari a 0 mentre i costi per il prelievo ammontano a 0,003 ETH, più alti rispetto alla piattaforma Bitstamp.

---

<sup>21</sup> Exmo Customer Support disponibile a [https://exmo.me/en/support-/1\\_3](https://exmo.me/en/support-/1_3)

Tabella 17. Fees Volumi in Exmo

Trading Fees	
%	USD Volume
0,05%	maggiore di 20000000
0,10%	da 5.000.001 a 20.000.000
0,12%	da 2.500.001 a 5.000.000
0,14%	da 1.000.001 a 2.500.000
0,16%	da 500.001 a 1.000.000
0,18%	da 250.001 a 500.000
0,20%	da 100.001 a 250.000
0,22%	da 50.001 a 100.000
0,24%	da 25.001 a 50.000
0,30%	da 10.001 a 25.000
0,34%	da 5.001 a 10.000
0,36%	da 1.001 a 5.000
0,40%	da 0 a 1.000

Dalla Tabella 17 possiamo vedere che, anche per Exmo, all'aumentare della quantità di volumi scambiata l'importo delle fees diminuisce. A questi costi poi si aggiungono le commissioni per la transazione che ammontano a circa lo 0,20% dell'importo acquistato.

Ora è necessario prendere in considerazione i metodi di pagamento concessi nella piattaforma che sono 4:

1. Ex-Code (è una combinazione di 57 caratteri: numeri e lettere latine, quindi il tentativo di indovinare una combinazione di tale codice richiederà un'eternità).
2. Mercuryo (Mercuryo è un ecosistema di soluzioni di pagamento criptato per b2b e b2c. Mercuryo dispone di un'infrastruttura sicura e affidabile per l'elaborazione dei pagamenti con carta di credito confermata dal certificato di sicurezza PCI DSS).
3. Mastercard/Visa
4. Advcash



Tra questi 4 metodi di pagamento, i più utilizzati sono Mercuryo<sup>22</sup> e Mastercard/Visa, quindi mi è sembrato coerente utilizzare solamente le commissioni legate a queste due opzioni nei miei esempi di arbitraggio. Ad ogni modo, qui sotto possiamo trovare la tabella con le rispettive fees.

*Tabella 18. Metodi di pagamento in Exmo*

METODI DI PAGAMENTO	COMMISSIONI DEPOSITO	COMMISSIONI PRELIEVO
EX-CODE	-	0,20%
MERCURYO	3,95%	-
MASTERCARD/VISA	4,5% + 0,5USD	-
ADVCASH	-	1,99%

<sup>22</sup> About Mercuryo disponibile a [https://exmo.me/en/news\\_view?id=3104](https://exmo.me/en/news_view?id=3104)

## Capitolo 5

### 5. Arbitraggio

#### 5.1 Introduzione all'arbitraggio

Quando si parla di arbitraggio (abbreviato a volte con ARB) s'intendono l'acquisto e la vendita di beni uguali nello stesso tempo. Questo comporta un'incredibile opportunità di profitto per il trader dovuta principalmente allo scostamento dei prezzi dello stesso bene in due mercati diversi<sup>23</sup>.

Questo tipo di operazione comporta un profitto dato dalle inefficienze del mercato. Se il prezzo di un determinato strumento finanziario è diverso in due mercati opposti è possibile sfruttare questo tipo di opportunità.

Questa strategia, all'apparenza, può sembrare molto facile ma trovare l'opportunità di arbitraggio più soddisfacente ed eseguirlo con cognizione di causa può essere molto difficile. La strategia comporta comunque dei vantaggi come ad esempio un rischio molto basso o, a tratti, inesistente, per alcune operazioni.

L'arbitraggio può essere condotto su qualsiasi attività che negozia per importi diversi su almeno due borse. L'arbitraggio può essere fatto con:

- titoli finanziari;
- valuta estera;
- oro e altri metalli;
- materie prime;
- cripto valute;
- ...

---

<sup>23</sup> Chen J., Arbitrage, (2020), disponibile a <https://www.investopedia.com/terms/a/arbitrage.asp>

Abbiamo detto che il vantaggio principale di questa strategia è l'assenza di rischi ma questo non significa che l'ARB ne sia del tutto privo. In parole povere questo vuol dire che, complessivamente, c'è meno rischio nell'effettuare un arbitraggio che detenere un determinato asset per un medio/lungo periodo.

I rischi sono minori in quanto questa operazione solitamente viene fatta in tempi molto rapidi impedendo al nostro denaro di essere esposto alle forze di mercato per un periodo di tempo prolungato. Come detto precedentemente, però, un arbitraggio di successo può avvenire solamente se l'operazione viene eseguita correttamente (bisogna agire non appena si avverte questa differenza di prezzi).

Per realizzare al meglio questa strategia possiamo utilizzare due metodi:

1. Effettuare un gran numero di transazioni.
2. Effettuare un numero di transazioni più piccolo ma di maggiore importo (il che richiede una elevata disponibilità di capitale)<sup>24</sup>.

Le differenze di prezzo, nelle opportunità di arbitraggio, possono essere molto piccole ed è quindi fondamentale effettuare numerose transazioni per sfruttarle al meglio.

Quindi, o ci si concentra su numerose operazioni (cosa che un trading può aiutare a fare) depositando una piccola somma di denaro in ognuna di esse, o si cercano alcune grandi opportunità e si fa all-in su di esse.

---

<sup>24</sup> Buy Low Sell High: The Science Behind Crypto-Arbitrage, (2019), disponibile a <https://medium.com/bitfwd/buy-low-sell-high-the-science-behind-crypto-arbitrage-9c9625845431>

## 5.2 Tipologie di arbitraggio

Non esiste solamente una tipologia di arbitraggio; nel corso del tempo i trader, per battere la concorrenza, ne hanno sviluppate quattro:

1. *Arbitraggio semplice*: vendo e compro lo stesso bene contemporaneamente.
2. *Arbitraggio triangolare*: vado a sfruttare le differenze di quotazione di tre valute (compro ETH in Cina, vendo ETH in USA e poi scambio USD contro Yuan per ottenere un profitto).
3. *Arbitraggio della convergenza*: se ad esempio prezzo di ETH è di 200 in un mercato e di 230 in un altro mercato vado a comprare ETH nel mercato dove il prezzo è inferiore e lo vendo allo scoperto dove il prezzo è maggiore. In futuro, ad un certo punto, i prezzi tenderanno a diventare sempre più simili; il profitto è dato dalla quantità di convergenza.
4. *Arbitraggio sui Future Index*: strategia di arbitraggio più complessa che mira ad analizzare il tasso di interesse sui contratti a termine e, nel caso in cui si verificassero degli errori di valutazione, trarne vantaggio<sup>25</sup>.

In questo elaborato noi andremo ad effettuare la terza tipologia di arbitraggio, quello di convergenza ricordando che dobbiamo sempre tenere a mente alcuni fattori:

- *le commissioni* (gli exchange applicano sugli acquisti di cripto valute delle fees sulle transazioni, sui depositi e sui prelievi);
- *volumi* (se si vogliono avere profitti tendenzialmente si devono acquistare grandi quantità di valute digitali);
- *tempistiche* (anche se nell'elaborato, non avendo le quotazioni al minuto, ho ipotizzato che le transazioni avvenissero tutte nello stesso giorno, nella realtà non è così: le cripto valute sono volatili e muoversi rapidamente in queste operazioni di compravendita può essere fondamentale);

---

<sup>25</sup> Buy Low Sell High: The Science Behind Crypto-Arbitrage, (2019), disponibile a <https://medium.com/bitfwd/buy-low-sell-high-the-science-behind-crypto-arbitrage-9c9625845431>

- *concorrenza* (più opportunità di arbitraggio ci sono, più concorrenti entrano nel mercato)<sup>26</sup>.

### 5.3 Arbitraggio su Ethereum

Dopo aver descritto cos'è l'arbitraggio e quali sono le strategie per sfruttare al meglio questa opportunità, passiamo a vedere se è effettivamente possibile implementare questa strategia nel mondo delle valute digitali, in particolare su Ethereum, crypto in cui l'elaborato si focalizza.

L'ambiente delle crypto valute, per ora, è un campo di gioco più "polite" in quanto le grandi banche non sono ancora specializzate in questo settore e quindi non sono ancora del tutto entrate nel mondo del crypto trading.

Gli scostamenti di prezzi in questi mercati, però, possono essere molto bassi quindi, come detto precedentemente, c'è bisogno di molto denaro o di effettuare numerose transazioni per, teoricamente, andare a generare un profitto.

Dato che il mercato delle valute digitali è molto rapido e molto volatile, velocizzare l'operazione di scambio è fondamentale. Come detto all'inizio dell'elaborato, data l'impossibilità di scaricare le quotazioni al minuto di Ethereum, mi sono servito delle quotazioni giornaliere ipotizzando che l'acquisto e la vendita della crypto valuta avvenisse comunque nello stesso giorno, ho applicato i dovuti costi di transazione e ho provato a verificare se è possibile realizzare l'ARB

---

<sup>26</sup> Artino A., Arbitraggio crypto cos'è e come ci è utile (2019) disponibile a <https://elysiumpost.com/arbitraggio-crypto-cose-e-come-ci-e-utile/>

### 5.3.1 Caso 1: acquisto in Bitstamp e vendo in Exmo (International Wire Transfer)

Qui sotto troviamo delle tabelle (Tabelle 18/19/20) nell'ipotesi in cui io acquistassi Ethereum nel mercato dove la cripto ha una quotazione bassa (Bitstamp) e la vendessi nel mercato dove ha la quotazione più alta (Exmo). Per effettuare i test ho preso i giorni dove le differenze tra i due importi erano più elevate in quanto, più la differenza è alta, più la probabilità che riesca a sfruttare l'arbitraggio aumenta.

Tabella 19. Acquisto in Bitstamp e vendo in Exmo es. 1A

	Esempio 1A	
25/02/19	Bitstamp	Exmo
<b>Importo</b>	135,76	140,412
<b>Quantità (in ETH)</b>	1	
<b>Tot</b>	135,76	140,412
<b>Volume</b>	13.978.494	
<b>Percentuale Volume Purchase with Credit Card</b>	0,11%	
<b>I.W.T. Deposit</b>	5%	
<b>I.W.T. Withdrawal</b>	0,05%	
<b>Withdrawal (ETH)</b>	0,10%	
<b>Imp. Lordo</b>	0,23	
	143,130976	
<b>ARBITRAGGIO</b>		-2,718976

VaR Exmo	Spread
6,300364975	4,652

Nella tabella possiamo trovare la quotazione di Ethereum nei due mercati di riferimento, lo spread giornaliero, la quantità e le eventuali commissioni pagate nel mercato in cui acquisto la cripto valuta. Si nota che, nonostante la differenza tra i due prezzi sia abbastanza elevata (4,652 USD), a causa delle elevate commissioni non riesco a "portarmi a casa" un guadagno. Sotto ho costruito un'ulteriore tabella rappresentativa dello spread e del Value at Risk dell'operazione. Per giungere al risultato finale di -2,718976 ho semplicemente preso la quotazione di ETH nell'exchange Bitstamp (pari a 135, 76) a cui ho aggiunto le commissioni relative al volume scambiato nel giorno 25/02/2019, le commissioni relative all'acquisto con

carta di credito e le eventuali commissioni per il deposito e il prelievo. Il prezzo finale è pari a 143,130976. Dato che, in questo caso, io vado ad acquistare in Bitstamp dove il prezzo è inizialmente inferiore e vendo in Exmo dove il prezzo è inizialmente superiore, ho proceduto a fare la differenza tra la quotazione in Exmo (quanto teoricamente dovrei incassare dalla vendita) e la quotazione in Bitstamp comprensiva dei costi di transazione. Andiamo a vedere se, all'aumentare del volume di crypto acquistate (e quindi anche dell'importo di USD), la situazione cambia.

Tabella 20. Acquisto in Bitstamp e vendo in Exmo es. 1B

	Esempio 1B	
25/02/19	Bitstamp	Exmo
Importo	135,76	140,412
Quantità (in ETH)	10	
Tot	1357,6	1404,12
Volume	13.978.494	
Percentuale Volume	0,11%	
Purchase with Credit Card	5%	
I.W.T. Deposit	0,05%	
I.W.T. Withdrawal	0,10%	
Withdrawal (ETH)	0,23	
Imp. Lordo	1429,23976	
<b>ARBITRAGGIO</b>	<b>-25,11976</b>	

Tabella 21. Acquisto in Bitstamp e vendo in Exmo es. 1C

	Esempio 1C	
25/02/19	Bitstamp	Exmo
Importo	135,76	140,412
Quantità (in ETH)	100	
Tot	13576	14041,2
Volume	13.978.494	
Percentuale Volume	0,11%	
Purchase with Credit Card	5%	
I.W.T. Deposit	0,05%	
I.W.T. Withdrawal	0,10%	
Withdrawal (ETH)	0,23	
Imp. Lordo	14290,3276	
<b>ARBITRAGGIO</b>	<b>-249,1276</b>	

Nelle tabelle soprastanti ho semplicemente rifatto i conti precedenti ipotizzando di acquistare e vendere più quantità di ETH ottenendo, come risultati finali, gli importi di -25,11976USD e -249.1276USD.

Come possiamo vedere, anche all'aumentare della quantità di Ethereum acquistata, nonostante lo spread sia elevato, a causa delle elevate commissioni non riesca a sfruttare l'opportunità di arbitraggio.

Una volta fatto questo esempio sono poi andato a vedere il caso in cui la differenza di quotazione di Ethereum nei due mercati era più elevata per vedere se, in quel caso, era possibile avere un esito positivo (Tabelle 21/22/23).

Tabella 22. Acquisto in Bitstamp e vendo in Exmo es. 2A

Esempio 2A		
	<b>Bitstamp</b>	<b>Exmo</b>
<b>24/09/19</b>		
<b>Importo</b>	165,81	174,12
<b>Quantità (in ETH)</b>	1	
<b>tot</b>	165,81	174,12
<b>Volume</b>	16.706.087	
<b>Percentuale Volume</b>	0,11%	
<b>Purchase with</b>		
<b>Credit Card</b>	5%	
<b>I.W.T. Deposit</b>	0,05%	
<b>I.W.T. Withdrawal</b>	0,10%	
<b>Whitdrawal (ETH)</b>	0,23	
<b>Imp. Lordo</b>	174,76	
<b>ARBITRAGGIO</b>	-0,64	

VaR Exmo	Spread
10,81215931	8,31

Constatiamo che, anche in questo caso, nonostante lo spread di 8,31USD, a causa dei costi di transazione che incidono in Bitstamp, io non riesca a realizzare l'arbitraggio. Nelle tabelle sottostanti riporto lo stesso esempio con quantità di Ethereum maggiori (dimostrando che, nemmeno in queste situazioni, l'arbitraggio riesce).



Tabella 23. Acquisto in Bitstamp e vendo in Exmo es. 2B

Esempio 2B		
24/09/19	Bitstamp	Exmo
Importo	165,81	174,12
Quantità (in ETH)	10	
tot	1658,1	1741,2
Volume	16.706.087	
Percentuale Volume	0,11%	
Purchase with		
Credit Card	5%	
I.W.T. Deposit	0,05%	
I.W.T. Withdrawal	0,10%	
Whitdrawal (ETH)	0,23	
Imp. Lordo	1745,55	
<b>ARBITRAGGIO</b>	<b>-4,35</b>	

Tabella 24. Acquisto in Bitstamp e vendo in Exmo es. 2C

Esempio 2C		
24/09/19	Bitstamp	Exmo
Importo	165,81	174,12
Quantità (in ETH)	100	
tot	16581	17412
Volume	16.706.087	
Percentuale Volume	0,11%	
Purchase with		
Credit Card	5%	
I.W.T. Deposit	0,05%	
I.W.T. Withdrawal	0,10%	
Whitdrawal (ETH)	0,23	
Imp. Lordo	17453,39	
<b>ARBITRAGGIO</b>	<b>-41,39</b>	

### 5.3.2 Caso 2A: acquisto in Exmo e vendo in Bitstamp (Mastercard/Visa Purchase)

Nell'esempio precedente ho ipotizzato di comprare la cripto valuta nell'exchange "Bitstamp" e di venderla nell'exchange "Exmo" (in quanto la quotazione in Bitstamp era minore).

Ci sono dei casi in cui, però, la situazione si ribalta e poiché, come abbiamo visto in precedenza, le fees non sono uguali ma variano da mercato a mercato, in questo paragrafo troveremo degli esempi nel caso in cui io andassi a comprare in Exmo e vendessi in Bitstamp per cercare di realizzare l'arbitraggio.

Dato che i principali metodi di pagamento in questa piattaforma sono due (Visa/Mastercard o Mercury) nell'esempio sotto riportato andremo a vedere il caso in cui io acquistassi Ethereum servendomi di Visa/Mastercard (Tabelle 24/25/26)

Tabella 25. Acquisto in Exmo e vendo in Bitstamp es. 3A(1)

26/05/19	Esempio 3 A(1)	
	Exmo	Bitstamp
<b>Importo</b>	254	264,84
<b>Quantità (in ETH)</b>		1
<b>Tot</b>	254	264,84
<b>Transaction fees Mastercard/Visa Purchase</b>	0,60	
	4,50%	
+	0,50	
<b>Withdrawal Volume</b>	0,20%	
	0,18%	
<b>Importo Lordo</b>	267,50	
<b>ARBITRAGGIO</b>		-2,66

VaR Bitstamp	Spread
18,98355869	10,84

Nell'esempio ho illustrato il caso con lo spread più elevato (10,84) in quanto, se non è possibile sfruttare la strategia dell'arbitraggio in questa situazione, di conseguenza

non sarà possibile farlo nemmeno nei casi in cui lo spread tra le quotazioni nei due exchange è minore. I calcoli sono stati effettuati con la stessa logica messa in pratica per Bitstamp: dal prezzo di ETH nell'exchange Exmo, ho aggiunto i costi di transazione pari allo 0,20%, i costi per l'acquisto tramite Mastercard/Visa, i costi riguardanti i volumi scambiati e i costi per il prelievo. Infine ho semplicemente fatto la differenza tra il prezzo di vendita di Ethereum in Bitstamp (pari a 264,48 USD) e il "nuovo" prezzo di acquisto (pari a 266,95 USD). Nonostante lo spread è più elevato rispetto ai casi precedenti, nemmeno in questo caso l'arbitraggio si realizza. Come fatto per Bitstamp ho inserito un'ulteriore tabella dove riporto il Value at Risk. Andiamo a vedere ora cosa succede se andassi ad aumentare la quantità di Ethereum acquistata.

Tabella 26. Acquisto in Exmo e vendo in Bitstamp es. 3A(2)

	Esempio 3 A(2)	
26/05/19	Exmo	Bitstamp
<b>Importo</b>	254	264,84
<b>Quantità (in ETH)</b>	10	
<b>Tot</b>	2540	2648,4
<b>Transaction fees</b>	0,60	
<b>Mastercard/Visa Purchase</b>	4,50%	
+	0,50	
<b>Withdrawal</b>	0,20%	
<b>Volume</b>	0,18%	
<b>Importo Lordo</b>	2665,05	
<b>ARBITRAGGIO</b>		-16,65

Tabella 27. Acquisto in Exmo e vendo in Bitstamp es. 3A(3)

	Esempio 3 A(3)	
26/05/19	Exmo	Bitstamp
<b>Importo</b>	254	264,84
<b>Quantità (in ETH)</b>	100	
<b>Tot</b>	25400	26484
<b>Transaction fees</b>	0,60	
<b>Mastercard/Visa Purchase</b>	4,50%	
+	0,50	
<b>Withdrawal</b>	0,20%	
<b>Volume</b>	0,18%	
<b>Importo Lordo</b>	26640,62	
<b>ARBITRAGGIO</b>		-156,62

Possiamo notare che, all'aumentare dell'investimento, la situazione continua a peggiorare, come è successo anche nel caso opposto.

### 5.3.3 Caso 2B: acquisto in Exmo e vendo in Bitstamp (Mercuryo Purchase)

Ora consideriamo se, acquistando Ethereum servendomi di Mercuryo, che applica commissioni minori rispetto a Mastercard/Visa, riesco a sfruttare l'opportunità di arbitraggio. Nelle Tabelle 27/28/29 possiamo vedere che, nonostante le commissioni di Mercuryo siano minori, non riesca comunque a realizzarsi l'arbitraggio (nemmeno all'aumentare della quantità di Ethereum acquistata).

Tabella 28. Acquisto in Exmo e vendo in Bitstamp es. 3B(1)

	Esempio 3 B(1)	
26/05/19	Exmo	Bitstamp
<b>Importo</b>	254	264,84
<b>Quantità (in ETH)</b>	1	
<b>Tot</b>	254	264,84
<b>Transaction Fees</b>	0,60	
<b>Mercuryo Purchase</b>	3,95%	
<b>Volume</b>	0,18%	
<b>Withdrawal</b>	0,20%	
<b>Imp. Lordo</b>	265,5982	
<b>ARBITRAGGIO</b>	-0,7582	

Tabella 29. Acquisto in Exmo e vendo in Bitstamp es. 3B(2)

	Esempio 3 B(2)	
26/05/19	Exmo	Bitstamp
<b>Importo</b>	254	264,84
<b>Quantità (in ETH)</b>	10	
<b>Tot</b>	2540	2648,4
<b>Transaction Fees</b>	0,60	
<b>Mercuryo Purchase</b>	3,95%	
<b>Volume</b>	0,18%	
<b>Withdrawal</b>	0,20%	
<b>Imp. Lordo</b>	2650,582	
<b>ARBITRAGGIO</b>	-2,182	

Tabella 30. Acquisto in Exmo e vendo in Bitstamp es. 3B(3)

26/05/19	Esempio 3 B(3)	
	Exmo	Bitstamp
<b>Importo</b>	254	264,84
<b>Quantità (in ETH)</b>	100	
<b>Tot</b>	25400	26484
<b>Transaction Fees</b>	0,60	
<b>Mercuryo Purchase</b>	3,95%	
<b>Volume</b>	0,18%	
<b>Withdrawal</b>	0,20%	
<b>Imp. Lordo</b>	26500,42	
<b>ARBITRAGGIO</b>	-16,42	

Posso concludere quindi che, in entrambi i casi (acquisto in Bitstamp e vendo in Exmo e viceversa), usando dati giornalieri e ipotizzando che la transazione avvenga allo stesso giorno, non riesca a "portarmi a casa" un guadagno.

Questo è dovuto principalmente alle elevate fees/commissioni che vanno a colpire i mercati presi in considerazione, soprattutto Bitstamp caratterizzato da diverse spese ma anche all'interno di Exmo dove le fees sono molto più basse rispetto a Bitstamp e lo spread sia molto più elevato (10,84USD contro 8,31USD).

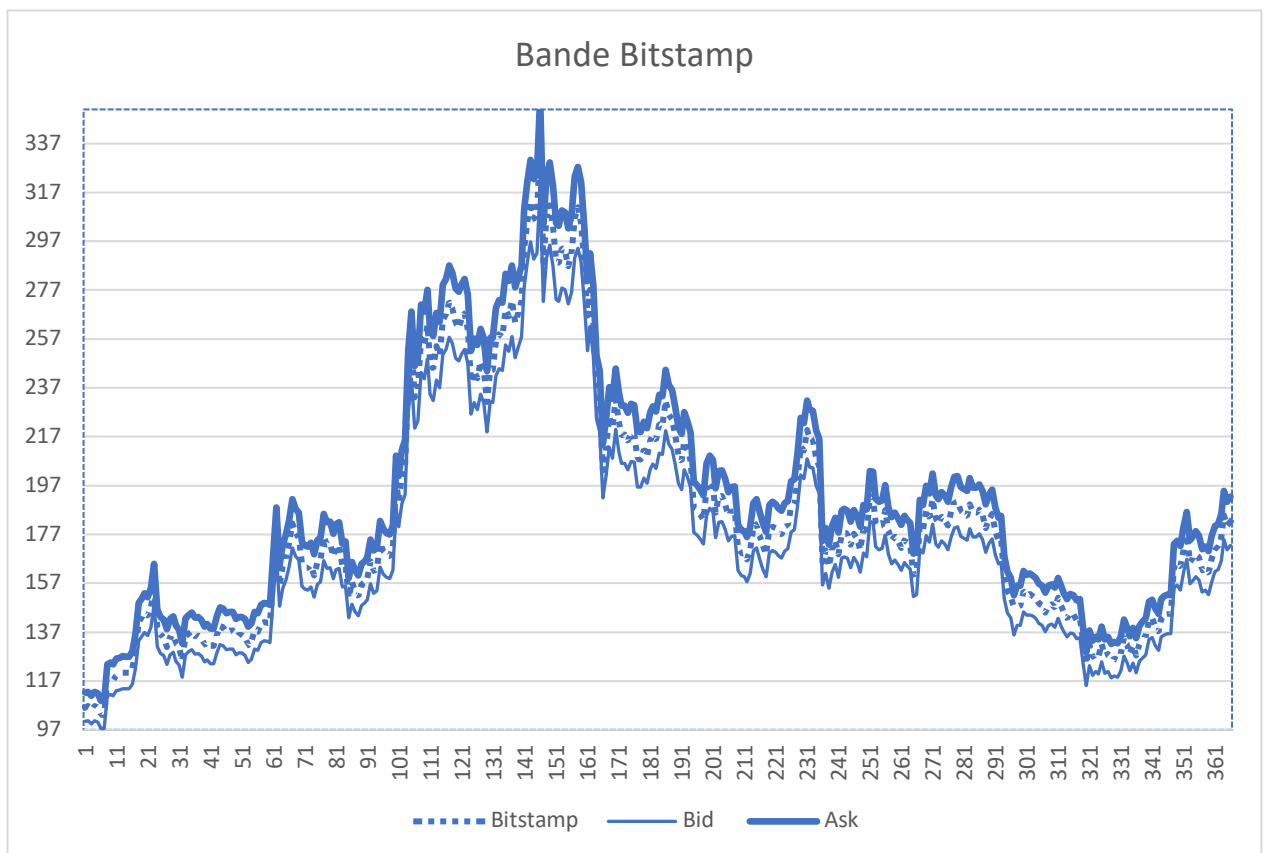
## 5.4 Bande di non arbitraggio

### 5.4.1 Bande di non arbitraggio Bitstamp

Dopo aver illustrato i singoli esempi di arbitraggio ho costruito le bande di non arbitraggio partendo dai prezzi dei due exchange. Ho costruito tre bande:

- quella inferiore rappresenta il prezzo Bid a cui ho tolto i costi di transazione (dove teoricamente dovrei vendere ETH);
- la banda nel mezzo rappresenta il prezzo in Bitstamp;
- la banda superiore rappresenta il prezzo Ask a cui ho aggiunto i costi di transazione che vado a pagare ogni volta che effettuo l'operazione di acquisto.

Grafico 12. Bande di non arbitraggio Bitstamp



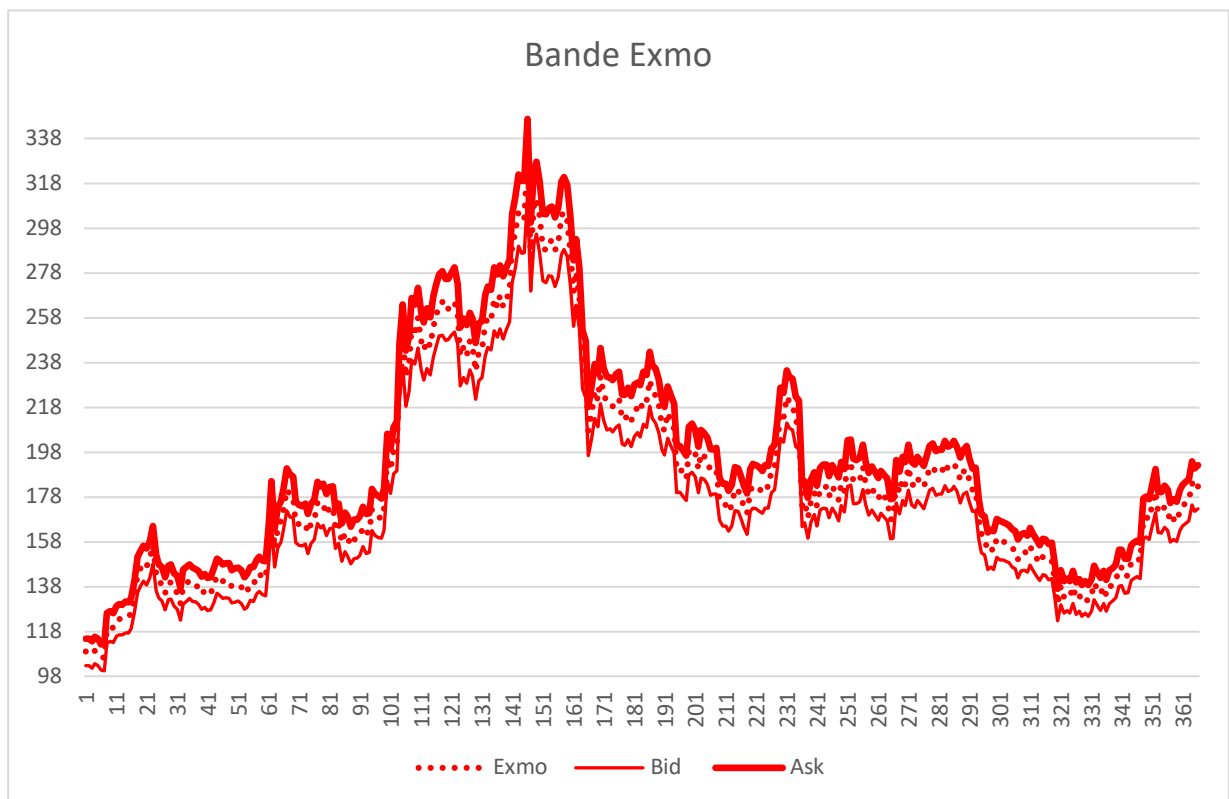
Come possiamo vedere dal grafico l'andamento dei prezzi in Bitstamp sta sempre dentro le due bande di non arbitraggio proprio come ci aspettavamo.

## 5.4.2 Bande di non arbitraggio Exmo

Andiamo ora a prendere il prezzo di Ethereum nell'exchange Exmo.

- la banda inferiore rappresenta il prezzo Bid a cui ho tolto i costi di transazione (dove teoricamente dovrei andare a vendere ETH);
- la banda centrale rappresenta il prezzo di ETH in Exmo;
- la banda superiore rappresenta il prezzo Ask a cui aggiungo le fees (ipotesi in cui andassi ad acquistare ETH).

Grafico 13. Bande di non arbitraggio Exmo

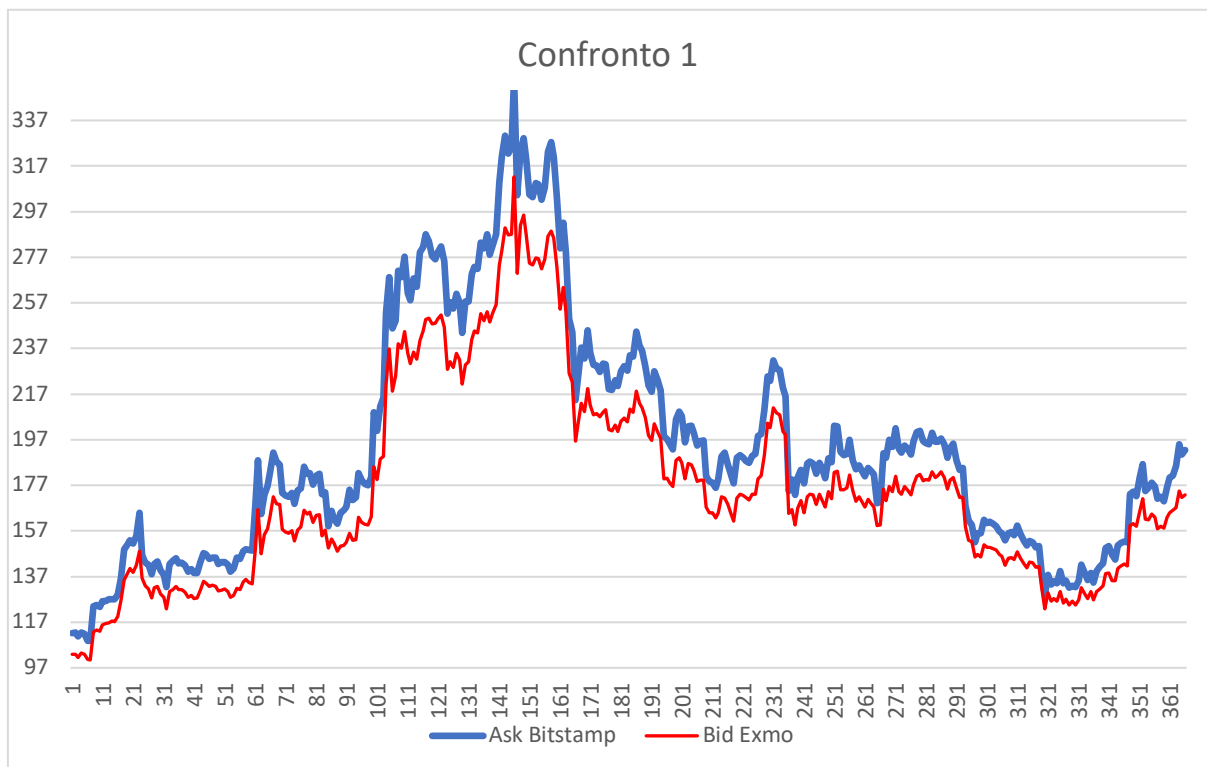


Come si può vedere dal grafico, anche in questo caso, il prezzo in Exmo sta sempre all'interno della banda superiore (ipotesi in cui acquisto) e la banda inferiore (ipotesi in cui vendo).

### 5.4.3 Confronti

Dopo aver costruito le bande di non arbitraggio per entrambi gli Exchange, sono andato a confrontare la quotazione Bid di Exmo con la quotazione Ask di Bitstamp e viceversa. Qualora il prezzo Ask (ipotesi di acquisto) fosse superiore al prezzo Bid (ipotesi di vendita) non sarà possibile sfruttare l'opportunità di arbitraggio. Nel Grafico 14 e nel Grafico 15 possiamo trovare i due confronti.

Grafico 14. Confronto Bid Exmo - Ask Bitstamp



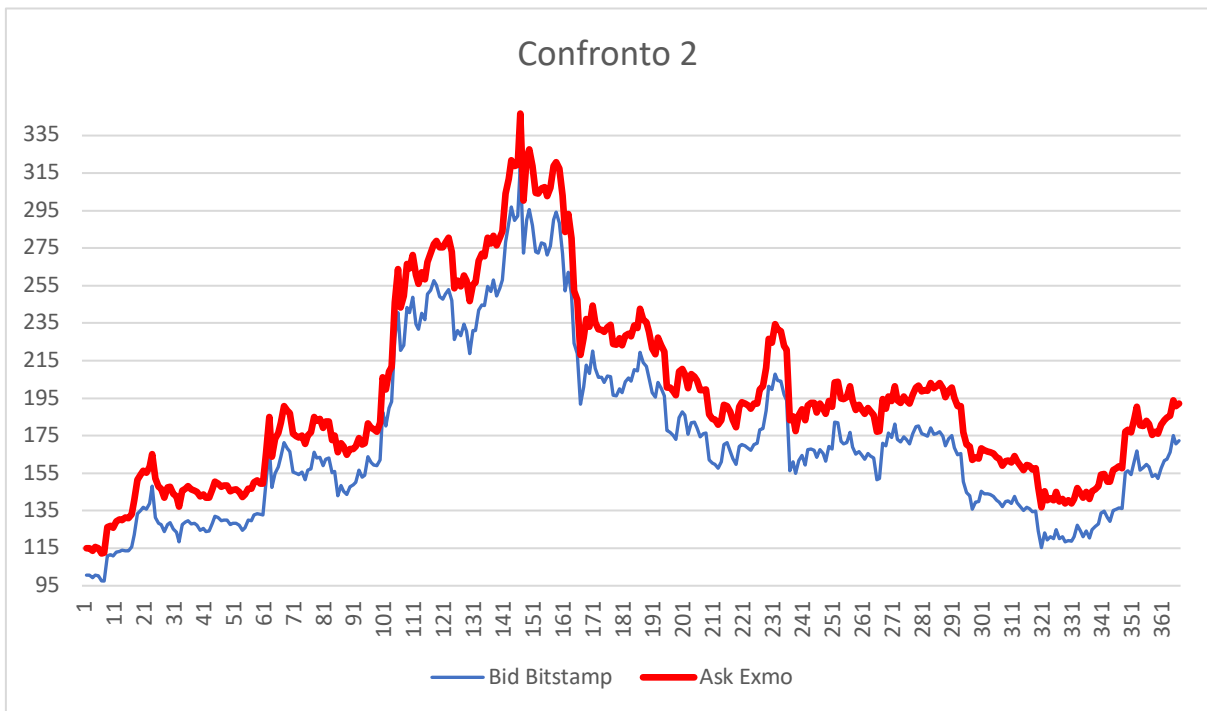
La linea blu, nel Grafico 14, sta ad indicare la quotazione Ask nell'Exchange Bitstamp (ipotesi in cui acquisto ETH), mentre la linea rossa indica la quotazione Bid nell'Exchange Exmo (ipotesi in cui vado a vendere ETH). Come possiamo notare la banda Ask sta al di sopra della banda Bid (la differenza tra i due prezzi è negativa), rendendo impossibile realizzare la strategia di arbitraggio.

Nel Grafico 15 ho effettuato il confronto inverso: la linea rossa rappresenta la quotazione Ask nell'Exchange Exmo (ipotesi in cui acquisto ETH), la linea blu invece è la quotazione Bid nell'Exchange Bitstamp (ipotesi in cui vendo ETH). Anche in



questo caso la differenza tra le due quotazioni è negativa quindi, sia che io vada ad acquistare Ethereum in Exmo e a vendere Ethereum in Bitstamp, e viceversa, non riesco ad effettuare l'arbitraggio.

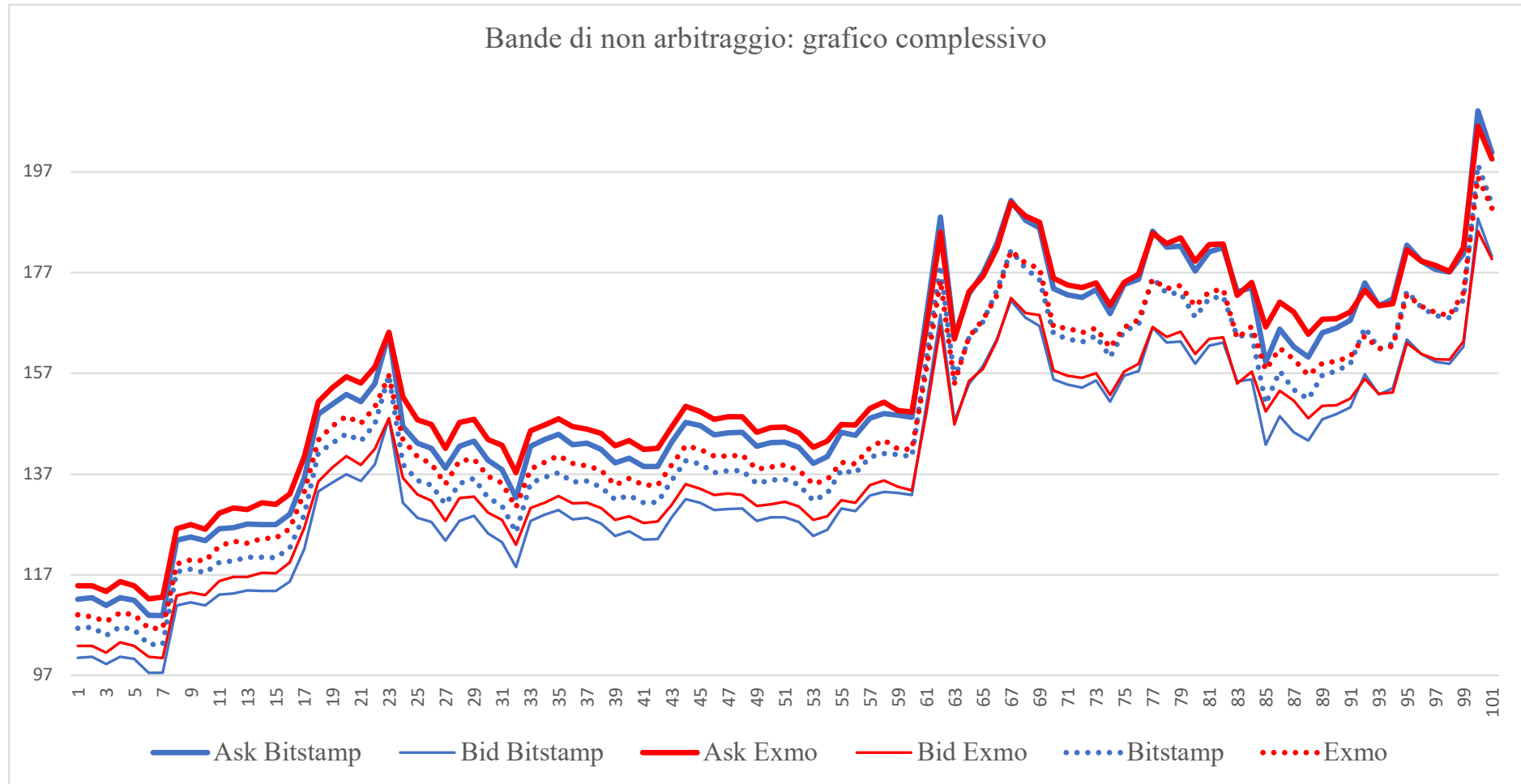
*Grafico 15. Confronto Bid Bitstamp - Ask Exmo*



Nel grafico 16 ho messo assieme tutte le informazioni contenute nei Grafici 12/13/14/15. Possiamo identificare 6 bande:

- la banda blu meno spessa rappresenta il prezzo Bid dell'Exchange Bitstamp a cui ho tolto i costi di transazione;
- la banda rossa meno spessa rappresenta il prezzo Bid dell'Exchange Exmo a cui ho tolto i costi di transazione;
- la banda blu tratteggiata rappresenta la quotazione di ETH in Bitstamp;
- la banda rossa tratteggiata rappresenta la quotazione di ETH in Exmo;
- la banda blu più spessa rappresenta il prezzo Ask dell'Exchange Bitstamp a cui ho aggiunto i costi di transazione;
- la banda rossa più spessa rappresenta il prezzo Ask dell'Exchange Exmo a cui ho aggiunto i costi di transazione.

Grafico 16. Grafico complessivo



## 6. Conclusioni

Sono arrivato alla fine del mio elaborato. Dopo aver effettuato una breve introduzione della cripto valuta Ethereum, l'obiettivo del mio elaborato era quello di dimostrare se esistevano o meno delle opportunità di arbitraggio dovute alla differenza di quotazione della stessa valuta digitale in due exchange diversi. Dopo aver selezionato 2 mercati in base alle quotazioni e ai volumi giornalieri scambiati, ho effettuato un'analisi in merito ad essi; dopo averli introdotti, mi sono concentrato sui rischi a cui questi exchange erano soggetti ossia volatilità, Bid - Ask spread, relazione tra volatilità e Bid - Ask Spread e Value at Risk.

In seguito, ho riportato le fees per Bitstamp e per Exmo e ho provveduto a effettuare alcuni piccoli esempi di arbitraggio tra i due exchange in base alle loro quotazioni giornaliere.

Infine, ho costruito le bande di arbitraggio dove ho racchiuso entrambi gli exchange in un unico grafico dimostrando che, nel mio caso, in base ai mercati, al periodo temporale preso come riferimento e alle quotazioni da me utilizzate, non è possibile sfruttare l'opportunità di arbitraggio.

Non posso affermare con assoluta certezza che è impossibile compiere operazioni di arbitraggio utilizzando questi strumenti, in quanto i prezzi delle cripto valute variano secondo per secondo e avendo io utilizzato quotazioni giornaliere (in quanto mi è stato possibile scaricare solo quelle) non ho potuto svolgere un lavoro il più affidabile possibile.

Effettuando le varie analisi posso però dire, in conclusione, che il mondo delle valute digitali è altamente rischioso e instabile data l'elevata volatilità che lo caratterizza e questo contribuisce fortemente a far aumentare e ridurre vertiginosamente la quotazione della cripto valuta stessa aumentando, di conseguenza, l'avversità al rischio per gli investitori. Compiere operazioni di arbitraggio non è mai semplice (anche se, a livello teorico, a prima vista, può sembrare una fonte di guadagno sicura) tantomeno con le valute digitali, quindi, se vogliamo effettivamente servirci di queste opportunità, è bene essere dei trader specializzati e sfruttare tutta la velocità a nostra disposizione.



## Riferimenti

Bondarenko O. (2003), "Statistical Arbitrage and Securities Prices", *The Review of Financial Studies* 16(3).

Cummings S. (2019), "The Four Blockchain Generations". Working Paper

Foucault T, Kozhan R. and Tham W. W. (2015) "Toxic Arbitrage". Working Paper

Galan M. (2016), Decentralized Application Platform Ethereum. Masaryk University. Working Paper.

Hautsch N., Scheuch C. and Voigt S. (2018), "Limits to Arbitrage in Markets with Stochastic Settlement Latency". Working Paper

Jankowitsch R., Nashikkar A., Subrahmanyam M. G. (2010), Price dispersion in OTC markets: A new measure of liquidity

Kenton W. (2019), Autoregressive Conditional Heteroskedasticity (ARCH). Working Paper

Makarov I., Schobar A. (2019), "Trading and Arbitrage in Cryptocurrency Markets", The London School of Economics and Political Science. Working Paper

Palomba G. (2004), Modelli ARCH.

Ruey T. (2005), University of Chicago, Analysis of Financial Time Series, 3rd Edition.

Schestag R., Schuster P., Uhrig-Homburg M. (2016), Measuring Liquidity in Bond Markets. Working Paper

Walters S. (2018), "Bitstamp Review: What You Need to Know Before Trading". Working Paper

## Sitografia

Bitstamp, <https://www.bitstamp.net/>

Bloomberg, <https://www.bloomberg.com/europe>

Coinbureau, <https://www.coinbureau.com/>

Coindesk, <https://www.coindesk.com/>

Cointelligence, <https://www.cointelligence.com/>

Exmo, <https://exmo.me/>

Forbes, <https://www.forbes.com/> - 6ae2d0762254

Il sole 24 ore, <https://www.ilsole24ore.com/>

International Revenue Service (IRS), <https://www.irs.gov/>

Investopedia, <https://www.investopedia.com/>

Master The Crypto, <https://masterthecrypto.com/>

Medium, <https://medium.com/>

Mycryptopedia, <https://www.mycryptopedia.com/>