



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ADE

Facultad de Administración  
y Dirección de Empresas /UPV

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Facultad de Administración y Dirección de Empresas

Análisis de las criptomonedas y su relación con el consumo  
energético.

Trabajo Fin de Grado

Grado en Administración y Dirección de Empresas

AUTOR/A: Ruiz Fernández, Paula

Tutor/a: Oliver Muncharaz, Javier

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023



# **Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética.**

Paula Ruiz Fernández

ADE UPV

Tutor: Javier Oliver Muhcaraz

# **Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética**

## **Resumen**

El objetivo de este trabajo es el estudio del impacto de la comercialización de las criptomonedas en el medio ambiente, desde el punto de vista del coste energético en el que se incurre al realizar una transacción de compraventa, teniendo en cuenta la rentabilidad que se podría obtener dependiendo del momento en el que se decida invertir en las mismas.

Dado que a partir del 2017 el interés en invertir en criptomonedas ha ido aumentando, los creadores han generado ganancias y los inversores han intentado beneficiarse desarrollando diferentes índices y analizando factores económicos y temporales que les ayuden a predecir el precio de estas. Sin embargo, no se ha tenido en cuenta la gran cantidad de consumo energético que la comercialización de estas produce.

Es por ello, que en este trabajo se analizarán mediante métodos estadísticos la evolución, las características y los kWh consumidos por transacción realizada en las criptomonedas, así como la rentabilidad mensual que se obtendría a través de la creación de distintas carteras de Markowitz en las que se invierte en el corto plazo.

Palabras clave: criptodivisas, consumo energético, cartera de negociación, factores influyentes, sostenibilidad.

## **Summary**

The aim of this work is to study the impact of cryptocurrency trading on the environment, from the point of view of the energy cost incurred when making a purchase and sale transaction, considering the profitability that could be obtained depending on the time at which it is decided to invest in them.

As interest in investing in cryptocurrencies has been growing since 2017, creators have been generating profits and investors have been trying to benefit by developing different indices and analysing economic and temporal factors to help them predict the price of cryptocurrencies. However, they have not considered the large amount of energy consumption that cryptocurrency trading produces.

For this reason, this paper will analyse by means of statistical methods the evolution, the characteristics and the kWh consumed per transaction made in cryptocurrencies, as well

## **Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética**

as the monthly profitability that would be obtained through the creation of different Markowitz portfolios in which investments are made in the short term.

Keywords: cryptocurrencies, energy consumption, trading portfolio, relevant factors, sustainability.

### **Resum**

L'objectiu d'aquest treball és l'estudi del impacte de la comercialització de les criptomonedes en el medi ambient, des del punt de vista del cost energètic en el qual s'incorre en realitzar una transacció de compravenda, tenint en compte la rendibilitat que es podria obtenir depenent del moment en què es decideixi invertir-hi.

Atès que a partir del 2017 l'interès a invertir en criptomonedes ha anat augmentant, els creadors han generat guanys i els inversors han intentat beneficiar-se desenvolupant diferents índexs i analitzant factors econòmics i temporals que els ajudin a predir el preu d'aquestes. No obstant això, no s'ha tingut en compte la gran quantitat de consum energètic que la comercialització d'aquestes produeix.

És per això, que en aquest treball s'analitzaran mitjançant mètodes estadístics l'evolució, les característiques i els kWh consumits per transacció realitzada en les criptomonedes, així com la rendibilitat mensual que s'obtingria a través de la creació de diferents carteres de Markovitz en les quals s'inverteix en el curt termini.

Paraules clau: criptodivises, consum energètic, cartera de negociació, factors influents, sostenibilitat.

### **Agradecimientos**

Me gustaría dar las gracias a mi tutor Javier Oliver Mucharaz por ser tan paciente conmigo y apoyarme tanto a lo largo de mi trabajo. También me gustaría agradecer a mi familia y a mis amigos por su apoyo incondicional, sin todos ellos no podría haber realizado este trabajo.

# ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	5
1.1. MOTIVACIÓN PERSONAL .....	5
1.2. OBJETIVOS .....	5
1.3. METODOLOGÍA.....	6
1.4 ASIGNATURAS RELACIONADAS .....	7
1.5 ORDEN DOCUMENTAL.....	7
2. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1 PERCEPCIÓN DE LAS CRIPTOMONEDAS.....	8
2.1.1 LA BOLSA VS CRIPTOMONEDAS .....	10
2.1.2 RIESGOS O DIFICULTADES.....	11
2.1.3 REGULARIZACIÓN .....	11
2.1.4 ESTUDIOS ACTUALES.....	12
2.2 FACTORES INFLUYENTES .....	13
2.2.1 EFECTOS EN LA OFERTA Y LA DEMANDA.....	13
2.2.2 EFECTOS ESTACIONALES .....	14
2.2.3 TENDENCIAS A CORTO PLAZO EXPLICADAS POR LOS MOVIMIENTOS BULL Y BEAR.....	14
2.3 ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA EVOLUCIÓN DE LAS CRIPTOMONEDAS.....	15
2.3.1 CRIPTOMONEDAS MAYORITARIAS.....	18
2.3.2 ALTCOINS .....	23
2.3.3 APÉNDICE PUMPS AND DUMPS.....	29
3. METODOLOGÍA .....	30
4. ANÁLISIS EMPÍRICO.....	32
4.1 EXTRACCIÓN DE DATOS.....	33
4.2 ANÁLISIS DESCRIPTIVO .....	34
4.2.1 CORRELACIÓN .....	36
4.2.2 REGRESIÓN SIMPLE.....	38
4.2.3 ANÁLISIS MENSUAL Y SEMANAL.....	39
4.2.4 TASA DE GANANCIAS.....	41
4.2.5 CALENDARIO MAPA DE CALOR .....	43
4.2.6 GRÁFICO DE VELAS BITCOIN.....	44
4.3 MODELO DE MARKOWITZ.....	45
4.3.1 SOLUCIÓN DEL MODELO.....	47
4.3.2 CARTERAS DE NEGOCIACIÓN DERIVADAS DE LA ORIGINAL.....	49
4.3.3 APÉNDICE COSTE ENERGÉTICO .....	50
4.4 CREACIÓN DE CARTERAS MENSUALES DE NEGOCIACIÓN .....	52
4.4.1 CONTEO Y ANÁLISIS.....	53
5. CONCLUSIONES, LIMITACIONES Y FUTURO DE LAS CRIPTOMONEDAS.....	61
6. BIBLIOGRAFÍA.....	64
ANEXO 1: RELACIÓN DEL TRABAJO DE FIN DE GRADO CON LOS ODS.....	68
ANEXO 2: COMANDOS DE R .....	69

# Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:Acontecimientos bitcoin	18
Tabla 2:Pumps and dumps bitcoin	29
Tabla 3: Estadísticos	35
Tabla 4: Desviaciones típicas	35
Tabla 5:Correlación criptomonedas mayoritarias	37
Tabla 6:Correlación altcoins	37
Tabla 7:Promedio de rentabilidades	45
Tabla 8:Matriz de varianzas covarianzas	46
Tabla 9: Solución modelo de Markowitz	47
Tabla 10:Criptomonedas ecológicas y no ecológicas	51
Tabla 11: Conteo rentabilidades 10%	53
Tabla 12:Conteo rentabilidad 15%	53
Tabla 13:Conteo rentabilidad 30%	54
Tabla 14:Análisis estadístico para rentabilidad 10%	55
Tabla 15:Estadísticos 15% rentabilidad	57
Tabla 16: Estadístico 30%	58

## ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1:Uso de las criptomonedas a lo largo del tiempo	9
Ilustración 2: Coste eléctrico de transacción	10
Ilustración 3:Criptomonedas y su capitalización en porcentaje actualizado a marzo 2022	17
Ilustración 4:Evolución de los mercados	20
Ilustración 5:Fluctuación de bitcoin desde 2013 hasta la actualidad	22
Ilustración 6: Fluctuación de ethereum desde el 2015 hasta la actualidad	22
Ilustración 7:Fluctuación de ripple desde el 2017 hasta la actualidad	24
Ilustración 8:Fluctuación de cardano desde 2018 hasta la actualidad	25
Ilustración 9: Fluctuación de tron desde 2018 hasta la actualidad	26
Ilustración 10:Fluctuación de litecoin desde 2017 hasta la actualidad	28
Ilustración 11: Tasa mensual de ganancia criptomonedas mayoritarias	42
Ilustración 12:Tasa mensual de ganancias altcoins	42
Ilustración 13: Calendario de mapa de calor Bitcoin	43
Ilustración 14:Gráfico de velas bitcoin	44
Ilustración 15:Frontera eficiente de markowitz	48
Ilustración 16:Frontera eficiente de Markowitz sin bitcoin	50
Ilustración 17:Gráfico de frecuencias cartera 10%	59
Ilustración 18: Gráfico de frecuencia relativa 15%	60
Ilustración 19: Gráfico frecuencias 30%	61

# **1. Introducción**

## **1.1. Motivación personal**

El objeto del trabajo es la pretensión de unir en un mismo estudio, los conocimientos adquiridos en las asignaturas que más me han gustado de la carrera de Administración y Dirección de empresas.

Por una parte, a lo largo de mi carrera y en el Erasmus, me cercioré de que las materias en las que tenía más facilidad por el interés que implementaban en mí, eran principalmente las relacionadas con finanzas, aunque también estadística, por lo que decidí basar mi TFG en un tema vinculado con estas áreas de estudio.

Además, cuando mi tutor me ofreció la oportunidad de basar mi tema en el estudio de las criptomonedas, esta idea causó mucha fascinación en mí, puesto que es un tema actual y muy cambiante del que no todo el mundo tiene completa información, por lo que, mi idea sería investigar sobre este tema, aclarar conceptos y tratar de encontrar un modo de tomar decisiones menos arriesgadas en la inversión en estos activos aplicando las lecciones aprendidas.

En cuanto a la ambición por relacionar el tema con los Objetivos de Desarrollo Sostenible ha sido impulsada por la facultad de ADE, al fomentar a través de distintas asignaturas, información sobre las finalidades que las empresas deben cumplir con tal de colaborar con el medio ambiente y con la sociedad.

En conclusión, considero este trabajo como una oportunidad de mostrar todos los aspectos necesarios a considerar, en la inversión en criptomonedas, la importancia de estas en la sociedad actual y la posibilidad de beneficiarse invirtiendo en ellas o aprovechar su potencial para cambiar la sociedad convirtiéndolas en un negocio regulado teniendo en cuenta sus ventajas y desventajas.

## **1.2. Objetivos**

Planteando los objetivos de este trabajo, se pueden distinguir de dos tipos, uno general y otros específicos. El objetivo global es conocer la eficiencia económica de las criptomonedas.

## **Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética**

Para conseguirlo, se han establecido los siguientes objetivos específicos que contribuyen en el desarrollo del trabajo:

- Explicación de conocimientos relacionados con la tecnología de las criptomonedas.
- Estudio de las diferentes opciones de análisis de las características de estas.
- Definición de ventajas y desventajas de los distintos tipos de criptomonedas.
- Presentación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

### **1.3. Metodología**

Con tal de adecuar la metodología de este trabajo de fin de grado a las tecnologías actuales y explotar las diferentes posibilidades, se ha decidido que se componga de una metodología híbrida, con una parte cualitativa y otra cuantitativa.

Respecto a la metodología cualitativa, es la relativa a la manera en la que suceden los hechos y las razones tras los mismos, y en este caso, se procederá a realizar una revisión bibliográfica, que consiste en interpretar los datos encontrados. Como herramienta para desarrollar esta parte del TFG se utilizará el buscador de Google Académico, para así obtener información fiable sobre las teorías de varios autores.

En cuanto a la metodología cuantitativa, se refiere a la evaluación de cifras y hechos, por tanto, se procederá a hacer un análisis de los datos utilizando las herramientas R y Excel, las cuales disponen de comandos estadísticos que ayudarán en el cálculo y la representación de los datos mediante gráficos.

Por último, para la información referente a las criptomonedas y a los objetivos ODS se han utilizado fuentes secundarias de información de Google con tal de tener información variada y precisa de estos aspectos.

En conclusión, se ha tratado de innovar mezclando dos metodologías opuestas pero complementarias con tal de obtener la información necesaria desde ambos puntos de vista que contribuyan a sacar conclusiones y determinar un resultado específico.

## **1.4 Asignaturas relacionadas**

A lo largo de la carrera, las siguientes asignaturas han aportado conocimientos básicos y útiles para el desarrollo de este trabajo.

-Introducción a las finanzas: Me ha concedido lecciones acerca de los distintos tipos de inversión y conocimiento básico del funcionamiento de Excel.

-Métodos estadísticos: En esta asignatura aprendí la operatividad de R y las distintas posibilidades de análisis que ofrece.

-Econometría: Asignatura en la que se enseñaban varios tipos de modelos econométricos, la creación y estudio de los mismos.

-Economía Mundial: Me dio a conocer los Objetivos de Desarrollo Sostenible por primera vez y la aplicación de estos.

Además, durante mi estancia en Erasmus en la Universidad de Hohenheim, estudié las siguientes asignaturas:

-Basics of Computational Sciences y Digital Transformation in Banking, que aportaron información respecto a diferentes técnicas de computación en R y aspectos fundamentales de las criptomonedas.

## **1.5 Orden documental**

El objetivo de este apartado es estructurar el trabajo.

Durante el capítulo 2 se describirá a grandes rasgos las criptomonedas, sus conceptos principales, remarcando las diferencias entre altcoins y Bitcoin y Ethereum, se identificarán los distintos factores que afectan en el precio de estas y se analizará la evolución de estas.

A continuación, en el capítulo 3, se explicará los diferentes análisis que se llevarán a cabo describiendo ampliamente la manera en la que se procederá, a realizar regresiones, modelos estadísticos y econométricos y construcciones de carteras de Markowitz para elaborar esta tarea en esta tarea.

Posteriormente, en el capítulo 4 se llevará a cabo el análisis estadístico y se discutirá los resultados que se obtendrán en cada caso.

## **Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética**

Por último, en el apartado 5 se determinarán las conclusiones a las que se habrán llegado al final del trabajo.

## **2. Marco teórico**

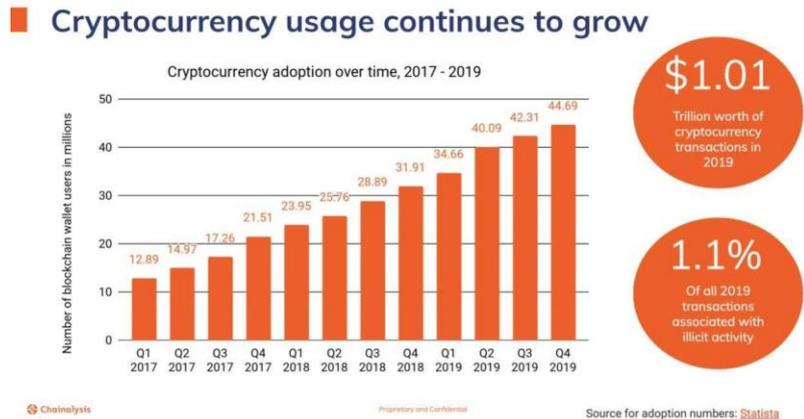
### **2.1 Percepción de las criptomonedas**

Históricamente, las criptomonedas fueron creadas de manera centralizada por primera vez en 1983, sin embargo, las características principales por las que son conocidas en la actualidad son la descentralización y el anonimato que estas proveen, las cuales se pudieron apreciar en 2009 con la creación del BITCOIN.

Creado por Satoshi Yakamoto, el Bitcoin fue la primera criptomoneda descentralizada la cual se expandió en 2012 por ser medio de pago de Wordpress hasta llegar a tener un alcance a nivel mundial, es esta la razón por la que acontecimientos de todo el mundo tendrían influencia sobre el precio de esta (Clahire Ruiz, 2022).

Posteriormente, hasta la actualidad, se han continuado creando distintas criptomonedas derivadas de esta, pero difiriendo en algunos aspectos y aunque el uso de la criptomoneda continúa creciendo, como se puede ver en la ilustración 1, actualmente, las principales criptomonedas que existen en el mercado, es decir, las que tienen mayor cotización son BITCOIN y ETHEREUM.

## ILUSTRACIÓN 1: USO DE LAS CRIPTOMONEDAS A LO LARGO DEL TIEMPO



Fuente: Statista

Con tal de realizar inversiones que aporten beneficios los inversores utilizan índices que ayudan a predecir el ritmo o la tendencia que el precio de la criptomoneda va a llevar. Algunos de estos índices son, la media móvil y los gráficos de velas (beincrypto).

Las criptomonedas, están organizadas como una Blockchain, las cadenas de bloques son libros mayores en los que se registran la totalidad de las transacciones realizadas por los usuarios, teniendo también la utilidad de rastrear activos y de generar confianza para disminuir el coste y el riesgo de dichas transacciones al tener más información, ya que estos datos son públicos (IBM).

Sin embargo, cada tipo de criptomoneda tiene su modus operandi para verificar las transacciones y entre los distintos métodos se pueden diferenciar dos:

Por una parte, existe “proof of work”, el cual asiste al creador del bloque para verificar la veracidad de las transacciones. Este funciona de modo que, una vez las transacciones han sido aceptadas por un consenso distribuido, se añaden a nodos de otras transacciones que posteriormente, pasan a ser verificadas por mineros mediante la resolución matemática de un “hash”, que es un número aleatorio que se produce para proteger las transacciones una vez son añadidas a un nodo. Este proceso de resolución se denomina “proof of work”, y los nodos verificados serán incluidos en bloques que formarán la cadena de bloques o “Blockchain” (Narayanan,2016). Este sistema evita la manipulación de las transacciones, ya que para ello es necesario conocer este hash y esto requiere un alto nivel computacional y una cantidad considerable de energía eléctrica para descifrarlo. La criptomoneda que utiliza este mecanismo es el Bitcoin (Iulia Vasil, 2021).

## Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética

Por otra parte, está “proof of stake” que consiste en un consenso aleatorio del nodo que se valida en relación con el número de monedas que lo conforma, esta opción lo hace más fácil de manipular ya que no se utiliza la minería en este caso, sin embargo, no se necesita una gran cantidad de electricidad para poder verificar estos nodos, lo que supone que esta práctica sea más sostenible. Este método es utilizado por casi todas las criptomonedas Altcoin, Córdano, Stellar, EOS, Algorand y Solarcoin, mientras que Ripple utiliza un tipo de algoritmo que necesita ser aprobado por 80% de los validadores estableciendo una red ecológica y segura (Iulia Vasil, 2021).

### ILUSTRACIÓN 2: COSTE ELÉCTRICO DE TRANSACCIÓN

Criptomoneda	Costo de transacción de criptomonedas en kilovatios hora (KWh)
Nano	0.000112
Cardano	0.5479
Stellar	0.00003
IOTA	0.00011
EOS	0.00122923
Ripple	0.0079
Algorand	0.000008
Ethereum	62.56
Bitcoin	1,544

Fuente: beincripto.com

Según distintos artículos, el coste energético del negocio de las criptomonedas aumenta a 53Twh anuales, lo que conforma una de las razones para pensar que este negocio es insostenible, este servicio supone un gasto de energía enorme, lo que supone un problema para el medio ambiente. Como se puede observar en la Ilustración 1, son las criptomonedas Altcoin las que consumen menos energía debido a que todas ellas utilizan el método “proof of stake” (Telmo, 2021).

### 2.1.1 La bolsa vs criptomonedas

A la hora de considerar en qué activos invertir, la primera opción en la que se pensaría sería invertir en la bolsa, ya que su precio no es tan volátil como el de las criptomonedas, sin embargo, las ganancias que se puedan generar en la bolsa son lentas mientras que, en las

## **Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética**

criptomonedas, las ganancias son más inmediatas, además, no se necesita un monto excesivo para invertir (criptoguia.es).

En conclusión, dependiendo de las preferencias del inversor, será más interesante invertir en unos activos u otros.

### **2.1.2 Riesgos o dificultades**

La creación de criptomonedas es bastante sencilla, actualmente existen páginas web que la facilitan. No obstante, uno de los principales problemas de este negocio es la necesidad de ser conocida por el público y utilizada por el mismo. Para que esta práctica tenga éxito, es vital que inspire credibilidad en los usuarios, lo que puede resultar difícil ya que este tipo de divisas sufren de falta de liquidez, volatilidad estructural y riesgo de ataques Sybil o mal uso de los usuarios en relación con las transacciones. Por tanto, para eliminar las posibilidades de manipulación maliciosa, la tasa de hash debe ser suficientemente compleja para que el poder de computación requerido para descifrarla sea suficientemente alto para disminuir esta posibilidad.

Otra de las dificultades del negocio de criptomonedas relacionada a la anterior, es la cantidad de energía que los mineros utilizan con tal de computar los códigos necesarios para la configuración de hash. Actualmente, con el contexto actual de crisis energética, esta práctica se vuelve complicada por la extrema cantidad de electricidad de la que se hace uso en esta práctica (lapatilla, 2022).

### **2.1.3 Regularización**

La regulación de las criptomonedas se ha llevado a cabo de manera distinta en los diferentes países, por ejemplo, en EU, se permite pagar los salarios con criptomonedas, aunque las mismas obtener permisos para ello, mientras que en Japón el medio de pago utilizado es la criptomoneda nacional y se decidió establecer una institución llamada Agencia de Servicios financieros de Japón que regula la emisión de esta moneda. Contrariamente, Dinamarca y Países Bajos no reconocen la criptomoneda como moneda de pago, por lo cual no están sujetas a tasas, aunque en otros países de la Unión Europea si lo están, como España y Bélgica. (Irina Cvetkova, 2018)

Sin embargo, a falta de completa legislación en muchos países, es un factor influyente en la inestabilidad de las mismas, debido al hecho de que no tienen ningún activo en el que respaldarse a diferencia que con las acciones de bolsa en las que sí que existen los subyacentes aunque sí están respaldadas por dinero legítimo, sustancias sin refinar y

## **Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética**

múltiples monedas digitales para que de este modo estén más protegidas de los cambios de valor, y todas ellas están valoradas en dólares debido a que es la moneda que más se utiliza para las transacciones.

Además, algunos gobiernos centrales con tal de aumentar la seguridad de las criptomonedas, han creado unas divisas llamadas CBDC las cuales sustituirían al dinero en efectivo, sin embargo, aún no están establecidas y en un principio no resultan tan convincentes para el público (Banco de pagos internacionales, 2018).

### **2.1.4 Estudios actuales**

En cuanto al ámbito académico, la información en el ámbito de administración de empresas es limitada, pues no hay mucha variedad de trabajos en los que se haya analizado las criptomonedas desde el punto de vista de su análisis debido a la complejidad de su funcionamiento. Sin embargo, existen estudios sobre la regulación de estas, así como su viabilidad se ha estudiado la viabilidad de las criptomonedas, su complejo funcionamiento o incluso la posibilidad de realizar blanqueo de capitales con las mismas, es por ello por lo que la Unión Europea está reforzando las leyes para regular más las finanzas criminales (Xesús Pérez López, 2017).

Otros de los estudios encontrados es la teoría de la influencia de los Tweets que la gente relevante en la sociedad pública, pues esta altera el comportamiento de la gente en muchos sentidos, y dependiendo del mensaje, tiene unos efectos u otros. Análisis del impacto de Twitter en el precio de las criptomonedas, debido a que muchos usuarios lo utilizan para estar actualizados sobre las noticias a nivel mundial y dependiendo de su incertidumbre deciden invertir en criptomonedas (Regal et al. 2019).

Además, hay estudios que presentan un posible modelo utilizando series temporales que permitiría encontrar un patrón en el precio de las criptomonedas, sin embargo, es difícil ponerlo en práctica, debido a que el flujo de precios de las criptomonedas cambia constantemente (Janet Fernández, 2020).

También existen artículos publicados por expertos que destacan la extrema implicación de las criptomonedas en la crisis energética por la inmensa cantidad de electricidad que estas utilizan, lo cual causa un problema que muchos activistas intentan resolver.

## **2.2 Factores influyentes**

En esta subsección, se describirán los factores que afectan al precio de las criptomonedas, los cuales se deben tener en cuenta con el fin de predecir la fluctuación futura de las mismas.

Debido al auge que estas han tenido en los últimos años y su reciente desplome, es de gran utilidad analizar los diferentes factores socioeconómicos que pueden afectar a su precio y los indicadores que pueden ser de ayuda en la estrategia de inversión. Sin embargo, cabe destacar que no todas las criptomonedas se ven afectadas por estos factores debido al distinto funcionamiento de estas.

### **2.2.1 Efectos en la oferta y la demanda.**

En el mercado de criptomonedas, la oferta y la demanda constituyen la característica principal para el establecimiento del precio. Ambas deben ajustarse y moldearse a los aspectos estructurales de las criptomonedas como la volatilidad, la oferta limitada de las mismas y también el hecho de que son deflacionarias por defecto, lo que significa que su precio puede bajar.

Además de estos aspectos estructurales, los acontecimientos políticos, económicos y los rumores pueden también tener una influencia sobre las mismas. De hecho, en los gráficos de precios, se puede apreciar alteraciones en los precios, causados por los eventos históricos acaecidos. De hecho, un factor crucial para la comercialización de las criptomonedas es la aceptación que tenga en los países poderosos, un ejemplo de esto fue que cuando China en 2021 condenó cualquier tipo de uso de moneda digital, el precio bajó por la baja de demanda procedente de este nombrado país (médium, 2018).

Otros tokens minoritarios, podrían ser una gran competencia para las monedas más conocidas como BITCOIN, ETHEREUM o RIPPLE. Estas monedas que conformarían una gran competencia estarían conformadas por: Bitcoin Cash y Litecoin. Aunque también podrían interferir en su crecimiento regulaciones y cuestiones legales, dentro de unos años se cree que se impondrán nuevas regulaciones (invertirenbolsa.mx, 2018).

Se podría considerar como otro factor influyente, el valor del dólar, ya que, en general el precio de las criptomonedas va acorde al precio del dólar en algunos aspectos.

Por otra parte, el empuje de las ballenas, consistiendo este en crear especulaciones de precio en las criptomonedas, también podría constituir un factor influyente en las mismas,

## **Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética**

ya que cuando los inversores atienden a estos avisos, surge la especulación de que el precio vaya a subir o bajar un porcentaje de en torno al 25% en los primeros 70 segundos e instantáneamente.

Los organizadores de estas manipulaciones comienzan a comprar estos activos para incrementar el precio y dan avisos a otros inversores de que el precio de esta criptomoneda va a aumentar estrepitosamente, por tanto, estos inversores empiezan a comprarla con el objetivo de luego venderla y sacar beneficio, sin embargo, cuando los inversores deciden vender la moneda, el precio comienza a caer estrepitosamente, produciendo posibles pérdidas para ellos. Esta práctica se utiliza con tal de beneficiarse de la subida de precio del activo según convenga, esta manipulación es conocida como Pump y Dump y suele ejercerse con más asiduidad en criptomonedas alternativas o Altcoins (phemex, 2021).

-Pump: Incremento del precio del activo.

-Dump: Aumento de las ventas del activo.

### **2.2.2 Efectos estacionales**

De acuerdo con distintos autores, una de las posibilidades que se han estudiado para explicar el cambio de precios momentáneo, diario o mensual es el efecto semanal, sin embargo, no se han hallado tendencias que puedan afirmar que exista un efecto de este tipo en el precio, como sí a veces podría ocurrir con los precios de las compañías aéreas.

Otro de los posibles efectos que se pueden dar, como mencionado anteriormente, es el efecto del fin de semana, por el cual el precio de las criptomonedas se altera en los viernes y en el fin de semana el precio baja y es en lunes cuándo el precio se dispara. Esto los autores lo explican por el hecho de que los inversores al llegar el fin de semana comienzan a ver noticias y son temerosos de las mismas, por lo tanto, esto altera su decisión (Dore, 2021).

### **2.2.3 Tendencias a corto plazo explicadas por los movimientos Bull y Bear.**

Los movimientos Bull y Bear podrían ayudar en la búsqueda de patrones de precio, y esta es, por tanto, la razón por la cual los expertos las utilizan en sus análisis de precio. Existen muchas combinaciones de patrones como martillo, estrella naciente, estrella de

## **Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética**

noche, y doji que indican un cambio en la tendencia del precio, esto puede ser apreciado en los gráficos de velas (Hernández, 2019).

-Martillo: Se sitúa al final de una tendencia bajista del precio e indica un comienzo de tendencia alcista.

-Estrella naciente: Representa un signo de un comienzo de tendencia alcista después de tendencia bajista, está compuesto por tres velas dos rojas y una verde.

-Estrella fugaz: Es como un martillo invertido, con la diferencia de que empieza una tendencia bajista.

-Doji: Está compuesto por cuatro velas, e indica que ni los compradores y vendedores obtienen ganancias, puede dirigirse en ambos sentidos.

En conclusión, aunque a lo largo de los años, el estudio de las criptomonedas se ha ido desarrollando, y se han creado índices como guía de para averiguar el precio de las criptomonedas, actualmente, no existe un sistema exacto de predicción de precio, por lo que las diferentes economías mundiales tratan de regularlas para evitar la volatilidad de estas y los expertos de estudiarlas, ya que, ante la popularidad de las mismas, estos dos factores son necesarios (Cattlin, 2022).

### **2.3 Análisis descriptivo de la evolución de las criptomonedas**

En esta subsección se realizará un análisis técnico de la fluctuación de precios de distintas criptomonedas a través de la observación de gráficos de páginas de comercialización de criptomonedas, con el objetivo de relacionar y comparar el impacto de diferentes sucesos históricos y políticos generalizados con la evolución de las tuvieron en las criptomonedas.

La página web que se utilizarán será Trading view y investing.com debido a que ofrecen gráficos de la evolución de criptodivisas y varios indicadores que guían al inversor con el análisis y predicciones de precios.

Para tratar esta subsección, por una parte, se ha decidido seleccionar la tendencia del periodo comprendido entre el 2017 hasta la actualidad debido a que en este año se dieron

## **Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética**

importantes acontecimientos un tanto convulsos que tuvieron relevancia para la totalidad de las criptomonedas, provocando el crecimiento en escalada del precio de estas.

Además, el trabajo se centrará en los sucesos que tuvieron más impacto en las criptomonedas, Ripple, Bitcoin, Ethereum, Cardano, Litecoin y Tron con tal de determinar si el impacto que las fluctuaciones que experimentaron estas criptomonedas fueron debidas realmente a estos acontecimientos o simplemente fueron debidas a especulaciones del mercado o por una causa relativa a la existencia estacionalidad de estas.

Por una parte, estas 5 primeras suponen más de un 60% de la capitalización de las criptomonedas como muestra la tabla de capitalización y el diagrama de tarta que representa los porcentajes de cotización de cada criptomoneda respecto al total, sin embargo, se ha decidido añadir la última debido a que varios artículos sugieren que Tron tendrá éxito en los próximos años ya que es una criptomoneda muy sostenible, por su reducido coste por kwh de transacción, al mismo tiempo que innovadora.

Además, observando las tablas 1 y 2 con la tabla 1, se puede percibir que muchos de los altcoins que tienen más reducido coste por transacción, no aparecen en la Tabla 2 la cual representa la cotización de las mayores criptomonedas o en el diagrama, lo que significa que una de las características de las altcoins es que, aunque su coste por transacción sea bajo, pues su volumen no es grande.

Para este análisis, se ha decidido utilizar gráficos de velas debido a que son más representativos que los gráficos de flujo, a parte, también se han separado las criptomonedas en mayoritarias y altcoins porque en las segundas, los acontecimientos históricos no tienen influencia a diferencia de en las primeras porque no se guían por los mismos.

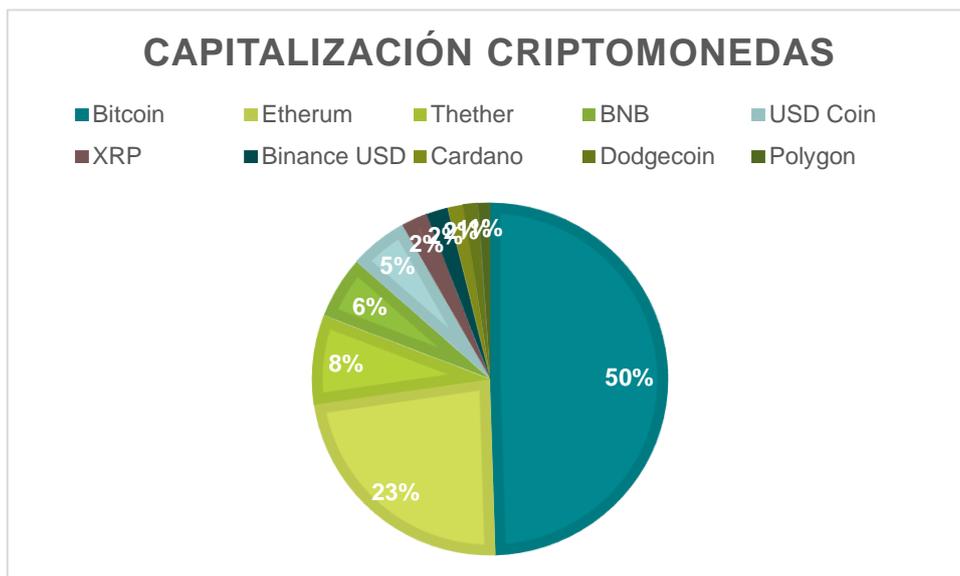
# Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética

**ILUSTRACIÓN 3: CRIPTOMONEDAS Y SU CAPITALIZACIÓN EN PORCENTAJE ACTUALIZADO A MARZO 2022**

#	Name	Price	1h %	24h %	7d %	Market Cap	Volume(24h)	Circulating Supply	Last 7 Days
1	Bitcoin BTC	\$22,334.93	-0.16%	+0.03%	+2.95%	\$431,247,874,588	\$11,452,811,011	19,308,225 BTC	
2	Ethereum ETH	\$1,564.36	-0.23%	+0.24%	-1.99%	\$191,436,383,847	\$4,601,901,633	122,373,866 ETH	
3	Tether USD	\$1.00	-0.00%	-0.00%	-0.00%	\$71,366,817,666	\$18,061,440,886	71,359,128,183 USD	
4	BNB BNB	\$290.39	-0.23%	+0.46%	-3.68%	\$45,851,531,573	\$261,183,648	157,894,368 BNB	
5	USD Coin USDC	\$0.9999	-0.00%	-0.00%	-0.01%	\$43,717,545,654	\$2,325,588,794	43,718,045,936 USDC	
6	XRP XRP	\$0.3755	-0.05%	+1.74%	-0.30%	\$19,130,305,798	\$589,895,300	50,950,912,949 XRP	
7	Cardano ADA	\$0.339	-0.08%	+0.37%	-5.74%	\$11,755,730,450	\$159,427,638	34,675,033,167 ADA	
8	Dogecoin DOGE	\$0.07563	-0.13%	+0.87%	-6.23%	\$10,033,894,523	\$180,857,396	132,670,764,300 DOGE	
9	Polygon MATIC	\$1.13	-0.23%	-2.48%	-7.72%	\$9,910,004,145	\$262,867,688	8,734,317,475 MATIC	
10	Binance USD	\$1.00	-0.04%	-0.03%	-0.00%	\$9,046,471,851	\$3,218,849,154	9,045,470,784 BUSD	
11	Solana SOL	\$20.93	+0.06%	+1.40%	-5.31%	\$7,932,898,206	\$220,126,248	378,984,385 SOL	
12	Polkadot DOT	\$5.96	-0.28%	-1.34%	-8.15%	\$6,934,153,957	\$165,807,664	1,163,200,449 DOT	
13	Litecoin LTC	\$89.67	-0.28%	+0.15%	-3.07%	\$6,493,180,251	\$316,035,808	72,409,177 LTC	
14	Shiba Inu SHIB	\$0.00001127	-0.00%	+0.33%	-8.26%	\$6,185,680,798	\$124,106,864	549,063,278,876,302 SHIB	
15	TRON TRX	\$0.06733	-0.30%	+0.27%	-1.04%	\$6,152,325,847	\$168,569,528	91,380,130,910 TRX	

Fuente: Coinmarketcap

**ILUSTRACIÓN 3: CAPITALIZACIÓN DE LAS CRIPTOMONEDAS.**



Fuente: Elaboración propia

### 2.3.1 Criptomonedas mayoritarias

#### BITCOIN Y ETHEREUM

Por una parte, **BITCOIN** es la criptomoneda con más capitalización por el momento, aunque su precio haya decrecido en los últimos años, mientras que Ethereum es la segunda criptomoneda con más capitalización después del Bitcoin y una de las altcoins más importantes.

**TABLA 1: ACONTECIMIENTOS BITCOIN**

Años	Acontecimientos	Bitcoin	Ethereum
2017 =	Legalización Bitcoin Japón Abril	+ *	+
	Prohibición de compra Criptomonedas en China Septiembre	-	-
2018	Estudio Bruselas	- **	-
	Ventas descomunales	-	-
2019	Aumento del valor de la libra	+	+
	Aumento valor de la bolsa	+	+
2020	Crisis Coronavirus	-	-

## Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética

	Disminución de la bolsa de valores	-	-
2021	Recuperación COVID	+	+
	Tensión entre Rusia y Ucrania	-	-
2022	Guerra entre Rusia y Ucrania	-	-

Fuente: Elaboración propia

\*Cotización máxima Bitcoin se alcanza en enero de 2017

\*\*Cotización mínima Bitcoin se alcanza en diciembre de 2018

En la tabla 1, se revelan los distintos acontecimientos acaecidos desde el 2017 hasta el 2022 y su efecto tanto en Bitcoin como en Ethereum debido a que los mismos acontecimientos que tienen relevancia sobre el Bitcoin, también la tienen para Ethereum. Si se compara esta tabla con las ilustraciones 4 y 5 se puede observar que existe una correlación entre los distintos eventos y las variaciones de precio.

En un primer lugar, en abril de 2017 se legaliza el Bitcoin en Japón, y en la ilustración 5 se puede observar que al final del 2017, seis meses después, en octubre es cuando este suceso tiene influencia inmediata sobre el precio del Bitcoin produciendo que suba sube exponencialmente, logrando alcanzar un pico de 13850 dólares el día 1 de diciembre de 2017. Al igual que Bitcoin, Ethereum causa furor, lo que provoca un aumento del precio de esta criptomoneda por el incremento de demanda (criptomonedaninja).

Además, en diciembre de este mismo año, se produce una prohibición de la compra de criptomonedas en China que tiene un efecto negativo para ambas criptomonedas, en el caso de Bitcoin, el aumento que había alcanzado, se ve mermado hasta anular el primer efecto. Por otra parte, en Ethereum no es tan notable el efecto ya que aumentó menos que el Bitcoin, y por tanto también disminuyó menos (criptomonedaninja).

Sin embargo, es notable que estos acontecimientos tienen influencia, ya que a partir del 2018, a pesar de que Ethereum alcanzara su máximo histórico hasta el momento con

## Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética

una cotización de 1268.09\$ al mismo tiempo que en la bolsa era positiva, el estudio de Bruselas poniendo en cuestión el Bitcoin y las ventas descomunales de las mismas, generaron una gran incertidumbre a los inversores sobre la eficiencia de las criptomonedas, provocando así que los precios de Ethereum y Bitcoin estuvieran estancados hasta el 2020.

Curiosamente, a lo largo de 2019, se pueden observar los efectos positivos en ambas criptomonedas del Brexit en cuanto a la desvalorización de la libra esterlina sobre el dólar, divisa en la que se comercializan las criptomonedas notables alcanzando un pico de 12284\$ el 7 de septiembre de este año, siguiendo después con la misma tendencia, al igual que en la bolsa de valores, la cual también experimenta un crecimiento exponencial tanto a nivel español como a nivel europeo (Sanchez, 2019).

### ILUSTRACIÓN 4:EVOLUCIÓN DE LOS MERCADOS



Fuente: Bloomberg

Entre 2020 y 2021 se produce un boom en el precio de ambas criptomonedas, que puede ser explicado por el creciente uso de las tecnologías y la popularidad de las criptomonedas, aunque también por la Pandemia 2020, la que podría haber supuesto que ante la obligación impuesta por los gobiernos de quedarse en casa, y ante la incertidumbre de la situación, la población habría podido tener más tiempo para dedicarle a la comercialización de criptomonedas, o podría haber provocado la aparición en masa de nuevos suscriptores durante este tiempo, lo que podría haber provocado que el precio se disparase.

Sin embargo, debido a la importancia de la prohibición del BITCOIN en China en 2021, los inversores vendieron los activos más arriesgados y muchos mineros que hacían uso del

## **Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética**

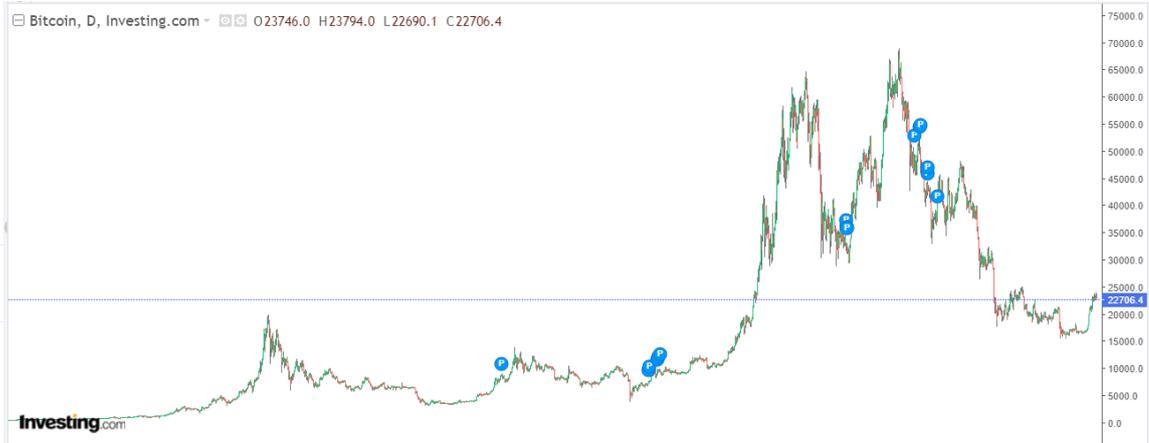
BITCOIN en China se tuvieron que desconectar, esto suponía el 75% de los mineros mundiales. Este acontecimiento, provocó una bajada del 50% de esta tasa hash, que es uno de los indicadores utilizado para prever el precio del BITCOIN. Este hecho sumado a la actual guerra de Ucrania que ha afectado a nivel mundial en la inflación de varios activos como el gas o el aceite ha provocado un descenso sostenido en el valor de las criptomonedas (Chamizo, 2022).

En cuanto al periodo entre el 2021 y 2022, las criptomonedas gozan de una tendencia alcista exponencial hasta, en caso de Bitcoin llegar a uno de los mayores picos de la historia el 14 de noviembre de 2021 de 65.486\$. Este pico podría explicarse por los acontecimientos anteriores, sin embargo, a partir de principios de 2022, la tendencia del Bitcoin empieza a cambiar su rumbo repentinamente posiblemente por el anuncio de Elon Musk sobre Tesla dejando de aceptar Bitcoin como moneda de pago y también por la Guerra entre Rusia y Ucrania (Diaz, 2021). En el caso de Ethereum también alcanza su máximo histórico el 12 de noviembre de 2021 al mismo tiempo que Bitcoin. El aumento de precio de la Ethereum podría haber estado influenciada por un comunicado de la empresa que decía que iba a dejar de utilizar el sistema Proof of Work definitivamente llegando a un máximo de 4733.36\$. Sin embargo, en el año siguiente, da comienzo su tendencia bajista hasta el día de hoy, al igual que en Bitcoin por la guerra entre Rusia y Ucrania (Sole 2022).

De este modo, las expectativas Bitcoin en un futuro son inciertas. Existen algunos blogs que anuncian que, en unos años, el precio del bitcoin, después de la decaída que ha sufrido en estos últimos años, volverá a aumentar dentro de 5 años (Velásquez, 2021). la desconfianza que se está creando en las criptomonedas, ha provocado que la evolución que ha experimentado ETHEREUM, se vea retrasada por estos acontecimientos. Sin embargo, las características de esta criptomoneda provocan que la misma pueda tener esperanzas. Además, se espera que en 2023 esta criptomoneda cambie definitivamente a Proof of Stake. Sin embargo, para esto se requiere una centralización de la misma.

# Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética

**ILUSTRACIÓN 5: FLUCTUACIÓN DE BITCOIN DESDE 2013 HASTA LA ACTUALIDAD**



Fuente: Investing

Posibles teorías por la pérdida de cotización de Bitcoin pueden ser por la preocupación de los usuarios por evitar la crisis energética o también puede ser porque la minería está empezando a colapsar y se está dejando de crear esta criptomoneda.

**ILUSTRACIÓN 6: FLUCTUACIÓN DE ETHEREUM DESDE EL 2015 HASTA LA ACTUALIDAD**



Fuente: Investing

## **2.3.2 Altcoins**

### **2.3.2.1 Ripple**

Se ha elegido esta criptomoneda porque funciona distinto a otras, más bien está poseída mayormente por las entidades bancarias con tal de ser utilizada para las transacciones, aunque, también cabe destacar, que al igual que ocurre con las otras Altcoins su precio no es muy alto.

En cuanto a esta criptomoneda, al igual que las mencionadas anteriormente, en el 2017, era una de las criptomonedas que más rentabilidad aportaba, y fue en enero del año siguiente cuando alcanza su auge coincidiendo con su máximo histórico en enero de 2018 que llega a los 3,26\$.

Este pico que surge es destacable, ya que, al mismo tiempo que la cotización del BITCOIN y ETHEREUM descendía, la de RIPPLE aumentaba. Esto pudo haber sido causado por las regulaciones del BITCOIN, con lo cual los individuos que solían invertir en BITCOIN pasaron a invertir en RIPPLE, aunque después del pico bajó mucho, por lo que cabe la posibilidad que este movimiento alcista haya podido estar causado por la especulación de las llamadas ballenas. Es en este mismo año cuando se le acusa de fraude de valores, lo que provoca que la gente deje de invertir, se ve reflejado en el gráfico, la tendencia bajista que esto supone (Di Matteo, 2018).

Este efecto, parece tener relevancia en los años posteriores ya que la tendencia de esta criptomoneda sigue constante hasta finales de 2020, haciendo ver que el COVID no le afecta. De esta manera, se prueba que el precio de este tipo de criptomonedas no se ve influenciado por acontecimientos históricos. Sin embargo, a finales de este año, se publicó un artículo que acusaba a inversores en Ripple de no declarar legalmente por lo que algunas páginas de trading de criptomonedas decidieron dejar de comercializarlo y es por ello por lo que se logra ver su descenso a principios de 2021.

En cambio, en 2021 se puede observar una tendencia al alza al igual que las demás criptomonedas que puede ser explicada por un aumento en las transacciones. Aunque a finales de año, el precio empieza de nuevo a decaer, por el escándalo de los encargados de Ripple al ser culpados de venta de valores no registrados (Kummi, 2021).

Por último, en 2022 existe una subida de este que podría estar explicada por la desconfianza en otras criptomonedas y aumento de transferencias internacionales de bancos al tratarse de una divisa que facilita estos intercambios.

## **Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética**

Ripple puede estar influenciada indirectamente por estas, ya que, entre ellas, los lectores de foros creen que, si una cae, las otras también podrían tener riesgo a caer.

Debido a que Ripple se utiliza en las transacciones de bancos internacionales, el precio dependerá de las crisis de los bancos. Tiene sentido que su evolución sea distinta a Bitcoin y a Ethereum ya que no se obtiene por minado.

**ILUSTRACIÓN 7: FLUCTUACIÓN DE RIPPLE DESDE EL 2017 HASTA LA ACTUALIDAD**



Fuente: Investing

### **2.3.2.2 Cardano**

Respecto a Cardano, es una criptomoneda que ha tenido repercusión en estos últimos años, y aunque no es tan conocida como Bitcoin, tiene un funcionamiento parecido a Ethereum.

Como se puede observar en la ilustración 8, en el caso de Cardano, a diferencia de otras criptomonedas, es un poco más tarde, a principio de 2018, cuando emerge exponencialmente teniendo un máximo de 1.33 \$. Se podría pensar que la posterior bajada, se debe al igual que en Ripple a un pump and dump, sin embargo, la disminución del precio es mantenida a lo largo de los días y no es espontánea, por tanto, se debería a un movimiento normal de las criptomonedas.

En los años posteriores a este hecho, la tendencia es mantenida hasta finales de 2020, cuando se percibe un crecimiento exponencial mantenido debido a que, por estas

## Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética

fechas, se esperaba que esta criptomoneda fuera actualizada a lo largo de 2021 y aportara mayores beneficios, lo cual sugirió que la gente invirtiera en ella aumentando así su precio.

Esta tendencia alcista tiene en primer lugar un parón en mayo de 2021, sin embargo, recupera su crecimiento a partir de julio de 2021 llegando a su máximo histórico en septiembre de 2021 con 3.09 \$ e iniciando su descenso mantenido hasta llegar a un precio de 0.4\$ (Tran, S 2021).

No obstante, si se observa detenidamente el gráfico en la fecha actual, las velas indican que se podría esperar una tendencia alcista de esta criptomoneda.

### ILUSTRACIÓN 8: FLUCTUACIÓN DE CARDANO DESDE 2018 HASTA LA ACTUALIDAD



Fuente: Investing

### 2.3.2.3 Tron

En cuanto a Tron, es una criptomoneda basada en una organización sin ánimo de lucro que utiliza la plataforma peer-to-peer que colabora a que sea más eficiente todo el proceso de crear energía (leafscore).

En la ilustración 9, se puede observar que al igual que las otras criptomonedas, Tron experimenta un auge en las ventas a finales de 2017. Es justo a principios del año siguiente cuando experimenta su máximo histórico, precisamente el 5 de enero de 2018, 0.3\$, coincidiendo con el momento en que Ripple también consigue su máximo histórico, como mencionado anteriormente, sin embargo, al igual que en Ripple, cabe la posibilidad de que

## **Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética**

este máximo histórico haya sido provocado por un pump and dump, ya que el precio crece rápidamente y disminuye de repente.

En los años posteriores, como las otras altcoins, su evolución sigue constante, con alteraciones usuales de las criptomonedas, sin embargo, se puede apreciar un crecimiento del precio de la criptomoneda desde principios de año, que podría estar relacionado con el aumento que tienen las demás altcoins en este periodo, como se representa en las ilustraciones 7,8 y 9.

Desde junio de 2021 esta criptomoneda presenta altibajos, sin embargo, su trayectoria no ha cambiado mucho y se espera que vaya a crecer en los siguientes años por la integración de TRON con Rocket Protocol 2.0 y Wallet SDK para proporcionar a los compradores una mejor experiencia en sus inversiones (Stormgain).

**ILUSTRACIÓN 9: FLUCTUACIÓN DE TRON DESDE 2018 HASTA LA ACTUALIDAD**



Fuente: Trading view

### **2.3.2.4 Litecoin**

Litecoin es una altcoin muy conocida que está en el ranking de las monedas con más capitalización del trading y aunque se trate de una altcoin, funciona como el Bitcoin en cuanto a limitación de nuevas criptomonedas.

## **Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética**

Como se puede apreciar en la ilustración 10, el auge de esta altcoin se alcanza como en las otras, a principios de 2018, aunque en el caso de esta, no parece ser debido a un pump and dump porque el decrecimiento después de este máximo es sostenido en el tiempo y de hecho, este máximo se debe a que en 2017 se implantó el SegWit, actualización que permitió que se generasen más transacciones desde ese momento (cryptopolitan).

Además, en los años posteriores sufre las alteraciones normales de las criptomonedas, pero es destacado que cada cierto tiempo hay un máximo en la evolución de la criptomoneda.

En 2019, la oferta de esta criptomoneda se redujo a la mitad y por esto, se redujo la inflación de litecoin y se puede ver una bajada en el precio después de una subida por el aumento de las transacciones en este año.

Posteriormente, en 2020, Litecoin se adhirió a Paypal, lo que provocó un aumento de la comercialización de este, por la facilidad de su uso y por el aumento de usuarios que lo adquirieron. Todo esto, generó una subida mayor del precio mantenida desde finales de 2020 hasta julio de 2021 (Lawrence, D 2023).

A partir de este año, después de alcanzar su máximo histórico el 9 de mayo de 2021, cuando llegó a 410 \$ por transacción, se puede percibir un decrecimiento momentáneo, que da pie a partir de julio de 2021 a otro crecimiento sostenido hasta principios de 2022 y aunque a partir de este momento empieza de nuevo a decrecer pareciendo que esta moneda está estancada, se estima que en años posteriores remontará gracias al establecimiento de un nuevo protocolo que permitirá un nuevo aumento en las transacciones.

## Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética

### ILUSTRACIÓN 10: FLUCTUACIÓN DE LITECOIN DESDE 2017 HASTA LA ACTUALIDAD



Fuente: Trading view

En conclusión, como se ha mencionado anteriormente, cabe destacar la gran diferencia de precios que existe entre las criptomonedas mayoritarias y los altcoins, por una parte, se ha podido observar que mientras las primeras oscilan entre los 4000\$ y 65000 las segundas no superan los 410\$ por su baja demanda o por la falta de popularidad.

Por una parte, en el caso de las criptomonedas mayoritarias, se puede apreciar que la tendencia que ambas tienen es más o menos la misma, por lo que en algunos casos los mismos sucesos que tienen influencia sobre el BITCOIN, los tendrán también sobre ETHEREUM, ya que ambas por el momento tienen el mismo funcionamiento, aunque también podría deberse a la existencia de correlación de las mismas, la cual se verá en los siguientes apartados.

Por otra parte, es difícil comparar el efecto que tienen los acontecimientos históricos y políticos acaecidos en ambos tipos de criptomonedas porque los altcoins no se ven afectados realmente por los acontecimientos históricos o políticos debido a que su demanda se tratan más bien, de una moda de la cual los inversores se dejan llevar leyendo foros que anuncian que va a haber un movimiento alcista en cierta criptomoneda en un porcentaje que consideran elevado para ellos y empiezan a invertir en la misma, es por ello que en la tendencia se pueden denotar las disminuciones en picado o las evoluciones exponenciales debidas a movimientos especulativos o pumps and dumps.

## Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética

En cuanto a la existencia de tendencia o estacionalidad común del comportamiento de estas, no se puede observar en los gráficos debido a que en ocasiones la tendencia de estas es totalmente contraria.

### 2.3.3 Apéndice Pumps and Dumps

Como citado anteriormente, el ruido provocado por los llamados ballenas puede influenciar el cambio repentino del precio mayormente en criptomonedas minoritarias o Altcoins, por lo que otra opción estudiada en algunos artículos, es el impacto de los pumps en dumps en las distintas criptomonedas a través de datos históricos (Kamps, 2018).

Existen diferentes maneras de detectar estos abruptos cambios en el precio con antelación, mediante la lectura de foros, la supervisión de los intercambios, predicción de expertos y bots en el mercado.

Para esta sección, se seleccionará la base de datos proporcionada por la plataforma Binance, debido a que proporciona información no sólo de los cambios diarios en el precio de las criptomonedas, sino que también incluye los valores producidos al segundo y al minuto de cada una de las criptodivisas y se tratará de identificar los Pumps que han tenido lugar durante una semana (Huang, 2023).

$$\text{Variación de precio cuando se produce pump y dump} = ((p + 1) - (p - 1)) / (p - 1) * 100$$

P-1: Precio de la hora/día/minuto anterior a la que se produce el pump

P+1: Precio después del Pump

Se deberá de establecer un porcentaje en el que se asume que hay un pump, este porcentaje será del 6% ya que la vez que se produjo en junio de 2020 un pump en Bitcoin y si se mira la variación de precio de junio, este es el porcentaje de disminución de precio que se produjo (criptotendencia, 2020).

**TABLA 2: PUMPS AND DUMPS BITCOIN**

1	Open time	Open	High	Low	Close	Volume	Close Time	Quote asset volume	Num trades	Take buy base	Take buy quote asset	Ignore	Variación
2	01/06/2020	944.178.000.000	1.039.558.000.000	941.367.000.000	1.021.310.000.000	682.191.927.500	1,5911E+12	6.647.389.621.638.460	171428	319.710.029.900	3.125.352.082.362.230		0
3	02/06/2020	1.021.310.000.000	1.023.696.000.000	927.227.000.000	951.750.000.000	1.384.359.524.200	1,5911E+12	13.657.938.620.397.600	224044	688.044.756.600	6.791.998.468.476.020		0 -0,0681086

Fuente: Elaboración propia y Binance

## **Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética**

Si se toma este porcentaje como medida para calcular los pumps y los dumps en un año acontecidos en Bitcoin, el resultado de esto es que en un año se han dado 13 y 21 pumps and dumps.

Otra forma de analizarlo sería calcular un promedio de varianza diaria precio mínimo y máximo, oro para cada cripto y la que sea superior al promedio del 6% establecido con anterioridad se considerará pump y dump.

Como resultado de este simple análisis, se podría concluir que, aunque son mayormente las altcoins las criptomonedas que tienen más riesgo de sufrir pumps and dumps se muestra una evidencia de que las criptomonedas mayoritarias también los sufren, aunque no se detectan tan fácilmente.

### **3. Metodología**

La metodología de este trabajo se basa en dos tipos de análisis por un lado se ha utilizado el programa R para realizar un análisis estadístico descriptivo, por otro lado, se ha empleado la teoría de carteras de Markowitz para construir carteras con el objetivo de ampliar el conocimiento sobre las criptomonedas.

Los datos que se utilizarán para ambos análisis serán los precios de cierre, volumen y fecha de las criptomonedas Ethereum, Ripple, Bitcoin, Tron, Litecoin y Cardano, estas, provendrán de la misma base de datos, en este caso se ha utilizado Kraken, ya que, en su página de ayuda, se pueden descargar archivos zip csv, con los datos históricos diarios de precio de cierre, volumen y fecha para cada criptomoneda.

En el caso del análisis estadístico con R se utilizarán la totalidad de los datos, mientras que en el caso de Markowitz se realizará un filtro para tener el mismo número de datos para todas las criptomonedas.

Varios estudios han demostrado la existencia estacionariedad de las criptomonedas, por lo que hay una tendencia en las mismas, y se ha demostrado que existe un efecto semanal, que afecta a algunas de las criptomonedas como Ethereum Litecoin y Ripple, y que por tanto podría ayudar a la predicción del precio de estas (Dangi, 2020).

Además, otro de los aspectos importantes como ya mencionado anteriormente, es la posibilidad de reducción del impacto ambiental que tienen las criptomonedas, sin disminuir la rentabilidad que aportan, pues, aunque el desarrollo de nuevas Blockchain está

## **Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética**

evolucionando de manera renovable en las nuevas criptomonedas, puede ser que se deba arriesgar para ello la rentabilidad que se pudiera obtener invirtiendo en otras menos renovables (J.Li, 2019).

En este apartado, por una parte, se descargarán datos de precio de cierre, volumen y fecha de la transacción para cada criptomoneda y con estos datos se realizará un análisis de la evolución y estructura de las criptomonedas con el programa R que abarcará su posible correlación, regresiones mensuales y diarias, con el objetivo de intentar de encontrar un patrón que ayude a la predicción del precio de estas.

Para complementar este análisis, se elaborará, con Excel, por otra parte, una construcción de carteras utilizando el modelo de Markowitz teniendo en cuenta que las criptomonedas en las que se invertirá serán CFD, las cuales tienen costes muy reducidos de transacción, por tanto, no se tendrán en cuenta para la construcción de carteras. De este modo se podrá establecer conclusiones a partir de la frontera eficiente de Markowitz. Además, con tal de estudiar el consumo energético de las criptomonedas se realizará un anexo en el que se contemplará la viabilidad de añadir una restricción al consumo energético con los datos que se consumen por transacción realizada en una criptomoneda en concreto.

Por último, se construirán carteras mensuales de Markowitz con los datos de los precios de cierre y las rentabilidades disponibles con tal de analizar el comportamiento mensual de las criptomonedas y sacar conclusiones sobre las mismas.

El modelo de Markowitz consiste en la construcción de un porfolio invirtiendo una proporción determinada en distintos activos, restringiendo la rentabilidad que se quiere obtener con tal de minimizar el riesgo de la cartera calculado como la varianza de esta.

Markowitz en 1959 propone la teoría de carteras. El modelo se desarrolla como sigue:

Función objetivo:

Minimización del riesgo, expresado como

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N x_i x_j \sigma_{i,j}$$

Variables:

$$x_i$$

## **Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética**

Teniendo en cuenta las siguientes restricciones:

- Restricción de capital

$$\sum x_i = 1$$

- Restricción de rentabilidad

$$R_p = \sum_{i=1}^i x_i R_i$$

En resumen, la metodología de este proyecto incluye dos tipos de análisis que combinados, aportan información sobre el comportamiento de las criptomonedas.

### **4. Análisis empírico**

En este apartado, en primer lugar, se describirá la extracción de la base de datos que a la que se ha procedido con tal de poder realizar posteriormente un análisis estructural de las criptomonedas, incluyendo este la correlación de estas, la volatilidad y la rentabilidad promedio que se podría obtener.

En segundo lugar, se crearán regresiones simples y más complejas, incluyendo los rendimientos mensuales y diarios de cada criptomoneda tratando de predecir el precio de estas.

En tercer lugar, se representará la tasa de ganancia de las criptomonedas junto con otros gráficos visuales como el gráfico de velas y un mapa de calor.

Por último, en otra subsección se resolverá el modelo de Markowitz para las criptomonedas Ripple, Ethereum, Bitcoin, Tron, Litecoin y Cardano considerando que son CFD, y tienen escasos costes de transacción, con tal de observar el comportamiento de estas, y posteriormente se construirán carteras mensuales con estos mismos datos con tal de predecir las rentabilidades que se podrían obtener al invertir en estas carteras utilizando los datos del mes anterior.

## **4.1 Extracción de datos**

Para el análisis, se ha decidido extraer los datos de KRAKEN, incluye los datos para la fecha, el precio de apertura, el precio más alto, el precio más bajo, el precio de cierre, el volumen de ventas de todas las transacciones y el número total de transacciones. Lo cual posteriormente, de izquierda a derecha se identificará en la hoja de Excel como "Date", "Open", "High", "Low", "Close", "Volume", "Trades". Sin embargo, tan solo se utilizarán los datos de "Date", "Close" y "Trades" para cada criptomoneda.

Para obtener los datos diarios se seleccionará de cada criptomoneda la base de datos acabada en \_1440 ya que en la misma aparecen como dato diario y se seleccionará la moneda dólares (USD), porque es la moneda en la que normalmente se realiza el intercambio de las criptodivisas.

Una vez obtenidos los datos, se guardarán los archivos .csv como .txt, con tal de que no se desconfiguren, ya que están en archivo de texto. A continuación, se cambiarán todas las columnas de formato texto a formato general y se guardará el libro como documento de Excel.

A continuación, se importarán los archivos csv de cada criptomoneda en la hoja R y se modificará el formato de la columna fecha con la función as.Date, ya que en el csv inicial aparece como un número encriptado, de este modo se tendrán los datos preparados para el análisis de R.

Seguidamente, se guardará un archivo de texto para cada criptomoneda con los datos obtenidos con la fecha correcta obteniendo así seis archivos derivados de los archivos de datos principales, los cuales se utilizarán en la construcción de carteras de Markowitz.

Como se ha expuesto en los gráficos del apartado 2.3 cada criptomoneda se ha emitido en fechas distintas, y requiere una homogenización temporal para poder realizar la construcción de carteras, de esta manera, la base de datos se ha reducido a partir de la criptomoneda más reciente.

La homogenización temporal se realizará mediante la filtración de los datos con R para tener los precios de todos los datos en las mismas fechas. A continuación, se exportarán estos datos como Excel y se obtendrá el archivo listo para la creación de carteras de Markowitz.

Por una parte, en el caso de R se obtienen los siguientes datos. Para Bitcoin, 3362 observaciones, Ethereum, 2514, Cardano, 1556, Litecoin 3169, Ripple 1867, Tron tan solo

## **Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética**

1032, debido que esta última es la más reciente. De este modo cada criptomoneda tendrá distinta fecha, sin embargo, a lo largo del análisis se filtrarán los datos según sea conveniente para analizar la evolución de estas en distintos acontecimientos.

Por otra parte, mediante la homogeneización se obtendrán 847 datos para cada criptomoneda, el rango de los datos abarcará desde el 5 de marzo de 2020 hasta el 30 de junio de 2022.

### **4.2 Análisis descriptivo**

El primer paso para proceder al análisis es calcular las rentabilidades de las criptomonedas para poder posteriormente comparar las diferentes rentabilidades entre los distintos días, cuya fórmula es la siguiente:

$$R_i = LN \left( \frac{\text{Cierre } i}{\text{Cierre } i - 1} \right)$$

$R_i$  = Rentabilidad actual

Cierre  $i$  = Precio de cierre en el día de hoy

Cierre  $i-1$  = Precio de cierre del día anterior

Con esta variable, se realizarán análisis econométricos con tal de explicar las correspondientes rentabilidades.

En la tabla 3 se presentan los estadísticos de las rentabilidades de las criptomonedas, tal y como se observa, la criptomoneda que más rentabilidad ofrece de media es Ethereum lo que podría significar que de entre todas las demás, esta última sería la mejor opción para invertir porque genera mayor rentabilidad de media comparado con las otras.

Sin embargo, la rentabilidad más alta ha sido generado por Bitcoin, aunque también ha tenido el mínimo más bajo, lo que da evidencia de su alta volatilidad. De estos datos, se han analizado los rendimientos y casi el 50% de los fueron negativos, como indican el primer y el tercer cuartil, lo cual indica una alta fluctuación con igual de posibilidad de rendimientos positivos y negativos en un día.

## Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética

**TABLA 3: ESTADÍSTICOS**

	Min.	1st Qt	Mediana	Media	3d Qt	Max
Ethereum	-91.3240	-2.5345	0.1192	0.2374	3.1216	38.0731
Bitcoin	-700.7392	-1.6000	0.0993	0.1461	1.9085	705.838
Litecoin	-232.5650	-2.8121	0.0000	0.0994	2.7366	235.2910
Tron	-54.3546	-2.0758	0.2204	0.1070	2.3763	34.5376
Cardano	-53.3241	-2.8265	-0.0058	0.0689	2.7533	28.7012
Ripple	-54.1100	-2.8015	-0.1008	-0.0078	2.4115	59.7126

Fuente: Elaboración propia.

Una vez se ha obtenido la información de los estadísticos sobre los rendimientos, otro de los elementos que se puede usar para conocer la estructura de las criptomonedas es la desviación típica, ya que esta es un indicativo del riesgo de esta.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_i^N (x_i - \bar{x})^2}{N}}$$

N: Número total de rendimientos

Xi: Cada dato disponible

X: Media de los datos.

**TABLA 4: DESVIACIONES TÍPICAS**

Ethereum	Ripple	Bitcoin	Litecoin	Cardano	Tron
6.486293	6.7070	130.4734	13.3492	5.7305	5.4741

Fuente: Elaboración propia

## **Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética**

Calculando la desviación típica del conjunto de rendimientos de cada criptomoneda, el resultado es que la menos volátil de las seis es Tron, seguida de Cardano, Ethereum y Ripple, siendo aparentemente de las tres Bitcoin la más volátil. Cabe destacar que el hecho de que Tron tenga menos volatilidad puede ser debido a la escasez de datos que se tiene sobre la misma.

Cabe destacar que en este caso si se observa los máximos de rentabilidad y las desviaciones típicas, se cumple que contra más volatilidad tiene esa criptomoneda, mayor rentabilidad puede conseguir en el mercado de divisas.

### **4.2.1 Correlación**

Por otra parte, en algunos trabajos académicos, también se estudia la posibilidad de que exista una correlación entre los precios de las criptomonedas que permitan predecir su precio rigurosamente (Sonmuang, 2018). Por tanto, con tal de calcular la posible correlación entre las distintas criptomonedas, se agruparán los datos en una matriz y se calculará el coeficiente de correlación de las rentabilidades de las distintas criptomonedas con tal de saber si de hecho sus precios están relacionados.

En este caso, con tal de calcular correlaciones, R ofrece 3 métodos distintos para realizarlo, los métodos kendall, pearson y spearman. Cada uno de ellos se aplica a un tipo distinto de datos, y para decidir uno de ellos se deberá analizar previamente la naturaleza de los datos. Debido a que los precios de criptomonedas son aleatorios, no muestran relación lineal entre los mismos lo que puede significar que se tratan de unos datos no paramétricos.

Para refutar esta suposición, se comprobará la existencia de anomalías en los datos, es por ello que según Guglielmo Maria Caporale (2019), se deberá previamente realizar las pruebas T test y ANOVA sobre la misma.

Los resultados de estas pruebas son, por una parte, el p-valor de T de Student es mayor que 0.05 para la variable "Rendimientos" de todas las criptomonedas, por lo que la hipótesis H0 se ve rechazada, dando lugar a probabilidad de existencia de anomalías en los datos, por lo que correspondería utilizar la correlación spearman (Mondragon, 2014).

Además, en el caso del método ANOVA, el cual es útil para determinar similitudes entre variables, muestra una aparente relación entre las correlaciones 5,6 y 7 correspondientes a los rendimientos de Cardano, Tron y Litecoin, ya que el p-valor inferior a 0.05, y ninguna relación o escasa para Bitcoin y Ethereum, a continuación, se determinará hasta qué punto están correlacionadas.

## **Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética**

Se comprobarán 2 correlaciones distintas, por una parte, se separará las criptomonedas mayoritarias y por otra parte los altcoins, debido a que como mencionado anteriormente, el precio de las primeras se ve afectado por los acontecimientos políticos e históricos mientras que las segundas no, por tanto, entre las primeras y las segundas, no tendría cabida una correlación.

Para realizar las correlaciones, se asegurará de tener los mismos datos para cada grupo de criptomonedas antes de proceder a calcular el coeficiente, para el primer grupo se tendrán 2519 observaciones, que son los datos que se tienen de Bitcoin y Ethereum en común, mientras que para el segundo grupo se poseerán tan solo 847 observaciones.

**TABLA 5: CORRELACIÓN CRIPTOMONEDAS MAYORITARIAS**

Criptomonedas mayoritarias	Ethereum	Bitcoin
Ethereum	1.00000000	0.02196572
Bitcoin	0.02196572	1.00000000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**TABLA 6: CORRELACIÓN ALTCOINS**

Altcoins	XRP	ADA	TRX	LTC
XRP	1.00000000	-0.1273399	-0.1080927	-0.1378165
ADA	-0.1273399	1.00000000	0.6636973	0.7286856
TRX	-0.1080927	0.6636973	1.00000000	0.7072927
LTC	-0.1378165	0.7286856	0.7072927	1.00000000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Por una parte, se podrá observar en la Tabla 5 que los precios de Bitcoin y Ethereum guardan una relación positiva, pero mínima, de tan solo un 2%, esto cuestionaría que casi todos los acontecimientos que tienen influencia en Bitcoin, también lo tengan sobre Ethereum, y también plantearía la cuestión de si aparte de estar afectadas estas criptomonedas por los acontecimientos históricos, adicionalmente cabe la posibilidad de que haya otros factores que no se están teniendo en cuenta por su funcionamiento o estructura.

## **Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética**

Por otra parte, en la Tabla 6 se puede destacar que aunque la criptomoneda Ripple, no parezca tener relación con ninguna de ellas, lo cual tendría sentido porque como se ha mencionado anteriormente, es una criptomoneda poseída mayormente por las entidades bancarias a diferencia de las otras, que están destinadas a particulares, tanto Cardano, como Tron y Litecoin, muestran una correlación positiva bastante elevada de los rendimientos entre sí, la relación más destacable es la de Litecoin con Cardano con un 73%.

Esto podría afirmar que cuando el precio de una de estas altcoins aumenta, el precio de las otras aumentaría también, lo que podría ser debido a que cuando existen noticias positivas de alguna de las altcoins, estas afectan también a las demás y con ello, los compradores decidirían no sólo invertir en una de ellas sino en varias.

### **4.2.2 Regresión simple**

Para comparar estos resultados, se realizará un primer análisis de regresión sencillo utilizando los rendimientos de cada criptomoneda teniendo en cuenta la fecha, con el fin de averiguar hasta qué punto el rendimiento de un modelo puede explicar el rendimiento del otro, por lo que la variable dependiente será los rendimientos de una criptomoneda y la independiente serán los rendimientos de otra criptomoneda (Zhang, et al, 2021).

De este análisis se podrá comprobar que los rendimientos de Cardano y Litecoin se podrían explicar el uno a partir de los datos del otro. Se comprobará esta teoría con la siguiente regresión simple:

$$CAR = \alpha + \beta LTC + \varepsilon$$

Siendo CAR, el rendimiento de CARDANO tomando la muestra desde el 6 de marzo de 2020 hasta el 30 de junio de 2022 como variable explicada, Alpha la constante y Beta el coeficiente de el retronon de Litecoin, expresado como LTC sumándole el error.

Según el R, en esta regresión, el coeficiente de LTC resulta significativo, con un coeficiente de 0.80212 y un p-valor de 2e-16 \*\*\*, lo que daría a entender que podría existir una correlación entre estas dos variables, ya que muestra valores muy significativos, sin embargo, si se observa el p valor de Alpha, este es mayor que 0.05, exactamente 0.07 así como en el caso del R cuadrado, tiene un valor medio, de 0.5284, indicando que se deberían de tener más variables en cuenta para que el modelo pudiera ser confiable, por lo tanto no se podría aceptar el modelo.

### 4.2.3 Análisis mensual y semanal

Con tal de analizar el efecto mensual y diario en los rendimientos de las criptomonedas se volverá a tener en cuenta la integridad de las muestras y se crearán variables ficticias correspondientes a cada día de la semana y a cada mes, agrupando cada fecha con su día y mes correspondiente.

#### Meses

En primer lugar, se crearán tres variables nuevas para cada criptomoneda, por una parte, se calculará el rendimiento lag=30 que tenga en cuenta el rendimiento mensual a 30 días para cada criptomoneda, y se llamarán "Return\_30". Por otra parte, se crearán dos variables cualitativas indicando el mes al que corresponde cada rendimiento con las funciones "lubridate" y "zoo", para que R tenga la información completa, agosto, mes 8.

$$Return_{30} = \frac{\ln(n + 30)}{\ln n}$$

$n$  = el precio de compra de una criptomoneda en el día 1 del mes

$n+30$  = el precio de venta la criptomoneda pasados 30 días.

Una vez creadas estas variables, se procederá a la regresión de cada criptomoneda individualmente, tratando de explicar los rendimientos de las distintas criptomonedas con los diferentes meses del año con tal de hallar un posible patrón, según el que en ciertos meses del año conviene invertir más que en ciertos otros.

$$Return_{30} = \alpha + \beta febrero + \gamma marzo + \delta abril + \Phi mayo + \lambda junio + \psi julio + \omega agosto + \Upsilon septiembre + \varepsilon octubre + \rho noviembre + M diciembre + \varepsilon$$

La variable explicativa, será el rendimiento mensual y las variables dependientes serán cada uno de los meses del año multiplicados por un coeficiente determinado, cabe destacar que el programa R identifica como constante a los datos comprendidos en el mes de enero.

## Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética

Los resultados de esta regresión varían para cada criptomoneda. En primer lugar, para Bitcoin son que marzo resulta significativo, al igual que julio y agosto, con coeficientes positivos, sin embargo, el R2 resulta muy bajo, de 0.0114. Mientras que para Ethereum, tan solo octubre resulta significativo, al igual que para Ripple únicamente enero resulta significativo, en cuanto a Tron, Cardano y Litecoin ningún coeficiente resulta significativo y además su R2 es negativa, lo cual indica que el modelo no es fiable.

Se deberá de tener en cuenta, que, aunque el R2 sea muy bajo en caso de Bitcoin, lo que significa que el modelo no es capaz de explicar de forma suficiente el objetivo perseguido, puede ser útil en otros aspectos. Por lo tanto, para complementar el análisis se tendrán en cuenta los resultados de la regresión anterior, debido a que R ha devuelto varios coeficientes significativos en algunos de los meses, se realizará la prueba ANOVA utilizando la variable explicada Rendimientos y variable explicativa el conjunto de meses con Bitcoin.

El resultado es que el modelo resulta significativo con un p-valor de  $6.82e-05^{***}$  y por tanto los rendimientos en el caso de Bitcoin podrían estar influenciados por los meses, es decir, que en ciertos meses concretos invirtiendo en el corto plazo, cabrían más posibilidades de obtener más beneficios que en otros.

Podría ocurrir que debido a que se tiene más datos para Bitcoin que para las otras criptomonedas, el modelo fuera más fiable por esa razón. Por otra parte, se podría estudiar un efecto en los rendimientos de marzo julio y agosto, que proporcionarían un rendimiento más alto. Sin embargo, para ello, también se debe de estudiar los efectos de los días de la semana en los rendimientos.

### Días

Se procederá de la misma manera en la que se ha creado las variables cualitativas de los meses. Se establecerán los días de la semana en inglés, para posteriormente crear las variables con la función, "lubridate" y se procederá a la realización del modelo de regresión.

$$Return = \alpha + \beta tuesday + \gamma wednesday + \delta thursday + \epsilon friday + \rho saturday + \mu sunday$$

Siendo esta vez Return, el rendimiento diario y la variable explicada, y teniendo como variables explicativas, Alpha la constante de lunes y los distintos días de la semana con su

## **Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética**

correspondiente coeficiente. En este caso, Bitcoin es la única de las criptomonedas analizadas que muestra coeficiente significativo positivo en lunes, por lo que cabría la posibilidad de que existiera un efecto de fin de semana en el que los inversores al llegar el fin de semana tendrían más tiempo libre y comercializarían más sus criptomonedas, lo que provocaría un aumento en el rendimiento de estas. Sin embargo, al igual que en el caso anterior, el R2 resulta muy bajo por lo que se realizará un segundo análisis.

Si se utiliza el método ANOVA con estos mismos datos, el resultado que se obtiene es que esta regresión no es significativa, por lo que el modelo no tiene ningún significado.

### **4.2.4 Tasa de ganancias**

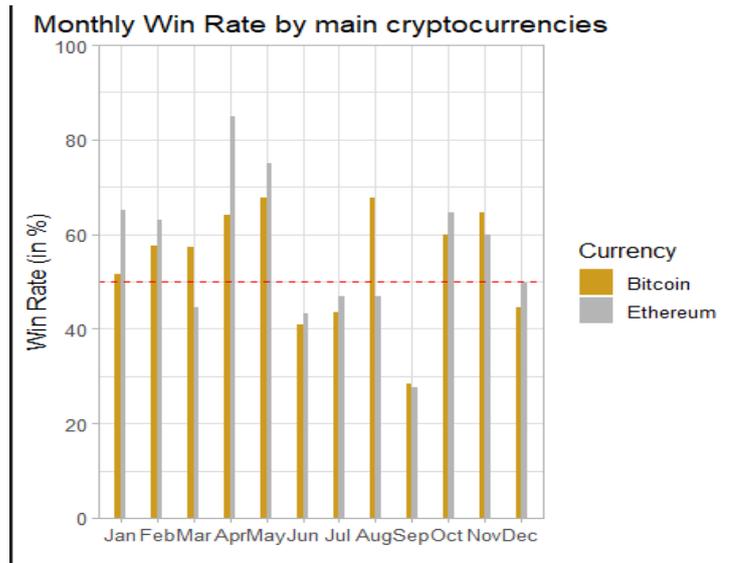
Otra de las opciones de análisis que se puede utilizar en R, es la tasa de ganancia de estas tres criptomonedas para saber en cuál de ellas en cierto mes, vale la pena invertir. Para ello al conjunto de rendimientos mensuales que se ha obtenido de cada criptomoneda, se le ha dado distintos valores, 1 en caso de que los rendimientos que se hayan obtenido sean positivos y 0 en caso de que hayan sido negativos.

Se realizará un gráfico sobre las criptomonedas mayoritarias y otro para los altcoins, ya que se volverá a utilizar tan solo una parte de la muestra como en el apartado 4.1.1, por tanto, en el caso de Bitcoin y Ethereum se tendrá 2519 observaciones mientras que en el caso de las altcoins tan sólo se tendrán 847 datos.

A continuación, se analizará la tasa de ganancia, que consistirá en la suma de los valores que se han creado de 1 y 0 dividido entre las 847 observaciones por la parte de Ripple, Cardano, Litecoin y Tron, y entre 2519 observaciones en el caso de Ethereum y Bitcoin, todas ellas en porcentaje.

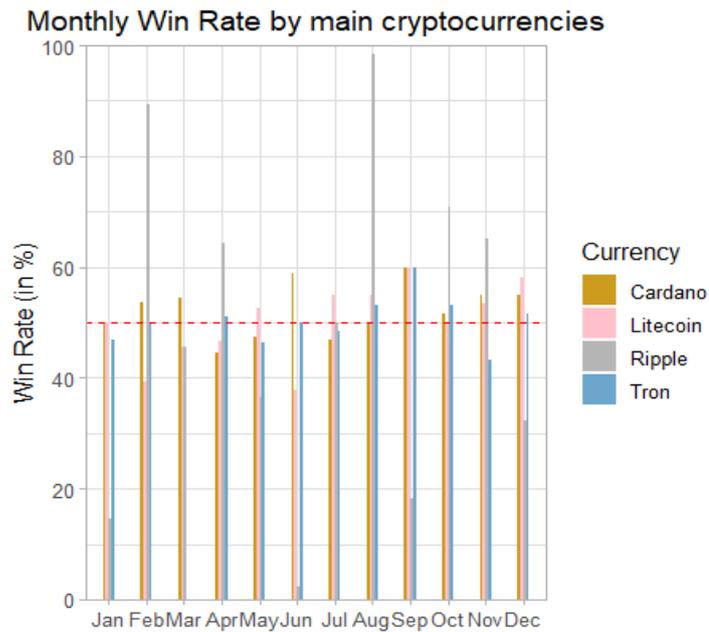
## Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética

**ILUSTRACIÓN 11: TASA MENSUAL DE GANANCIA CRIPTOMONEDAS MAYORITARIAS**



Fuente: Elaboración propia

**ILUSTRACIÓN 12: TASA MENSUAL DE GANANCIAS ALTCOINS**



Fuente:Elaboración propia

La Ilustración 11 indica que, suponiendo que la inversión que se han llevado a cabo en el corto plazo, salvo en marzo, agosto y noviembre, se tiene más probabilidades de ganancia invirtiendo en Ethereum, en el caso de que se tuviera que elegir entre esta y Bitcoin.

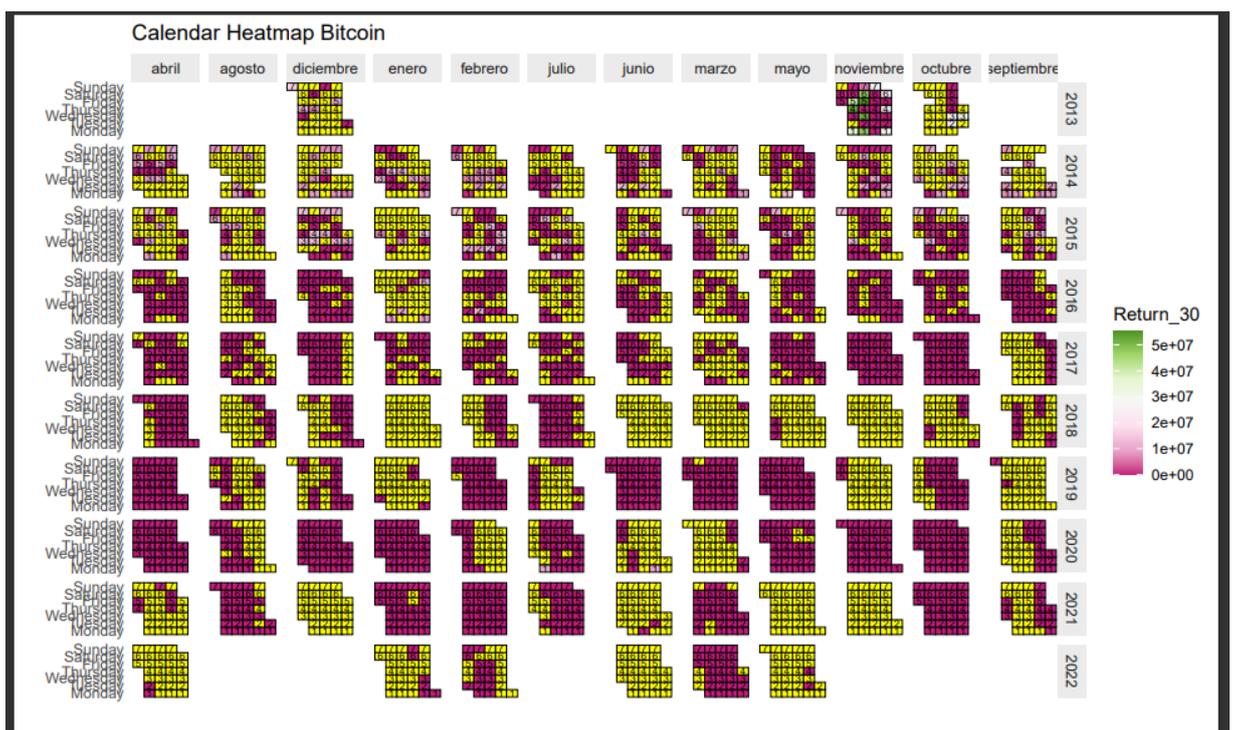
## Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética

Por otra parte, la Ilustración 12 revela que, aunque en general las altcoins, deberían y tienen en general una probabilidad de ganancia más baja que Ethereum y Bitcoin, cabe destacar que en el caso de Ripple, en febrero y agosto, se tiene más probabilidades de ganar que ellas mismas, sin embargo, en general, no superan el 50%, lo que indica mucha volatilidad como se ha destacado anteriormente.

### 4.2.5 Calendario mapa de calor

Por último, con tal de realizar un gráfico visual de los rendimientos de estos días, se realizará un calendario de calor en el que se podrán ver días y meses en los que los rendimientos son más altos. Para ello, se computarán los años, y el formato de los meses y días para que R los pueda leer.

ILUSTRACIÓN 13: CALENDARIO DE MAPA DE CALOR BITCOIN



Fuente: Elaboración propia

En la ilustración 13 se puede observar tal como indica la leyenda, los rendimientos que pertenecen a cada mes desde el año 2013 al año 2022 de forma gradual, siendo los días en amarillo rendimientos negativos. También se puede observar que el mes de noviembre

## Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética

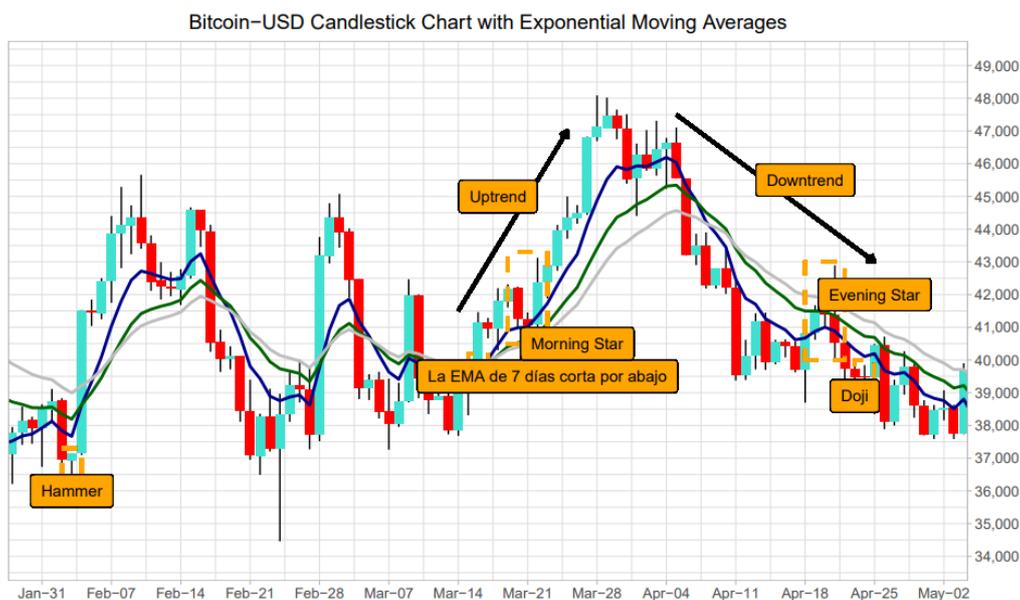
suele resultar positivo en casi todos los años, afirmando los resultados del primer análisis de regresión, sin embargo, es difícil visualizar el efecto diario en este gráfico.

Es por ello por lo que, otra de las herramientas que los expertos utilizan para analizar las criptomonedas es el gráfico de velas, el cual representa los distintos efectos de Bull y Bear para ayudarnos en la predicción del precio.

### 4.2.6 Gráfico de velas Bitcoin

En este caso, se utilizará la base de datos de yahoo finance y los comandos correspondientes de R para representar el gráfico de velas. La razón por la que este caso, se ha elegido otra base de datos es porque la programación de los datos resulta más complicada que si directamente se consiguen los precios de las criptomonedas con el comando de R.

ILUSTRACIÓN 14: GRÁFICO DE VELAS BITCOIN



Fuente: Yahoo Finance. Elaboración propia

En la ilustración 14, se ha representado tres meses, febrero, marzo y abril, se puede observar en las velas en azul cuándo el movimiento de compra es más fuerte y rojo, en el caso de que el movimiento sea más fuerte. Principalmente, cuando se repiten en varios días velas que indican Bull, se produciría un aumento de precio por lo que será más interesante vender, mientras que, en el caso contrario, sería más beneficioso comprar. Sin embargo, para

## Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética

una mayor guía, existen ciertos patrones como martillo, estrella naciente, tendencia hacia arriba, estrella de noche, tendencia hacia abajo y doji, que indican una subida o una bajada de precio (Garzón, 2023).

Además, en el gráfico están representadas las líneas de la media móvil, en verde, la SMA, en azul y la media móvil de 7 día en gris, estas medidas también ayudan a predecir un cambio en el patrón de los precios.

En conclusión, debido a que con este análisis no se obtiene la evidencia suficiente de que exista una forma de predecir un patrón en los precios que asegure una cierta rentabilidad en la inversión, se experimentará construyendo carteras de negociación utilizando el modelo de Markowitz con tal de observar el comportamiento de las carteras de forma práctica y obtener conclusiones de estas.

### 4.3 Modelo de Markowitz

En este apartado se construirán diferentes carteras de negociación con las criptomonedas seleccionadas aplicando la teoría del porfolio. Estas carteras se construirán como Cfd, contratos por diferencia sobre criptomonedas, mediante los cuales se invierte a futuro. Además, se podrá contemplar que las criptomonedas tomen valores negativos, ya que se invertirá en el corto plazo, a diferencia del modelo teórico de Markowitz, en el que hay una restricción de valores negativos.

En primer lugar, se calcularán las rentabilidades diarias logarítmicas para cada dato diario de cada criptomoneda como se ha visto en el punto 4.1., para construir posteriormente a partir de estos datos la matriz de varianzas covarianzas que hará referencia al riesgo, utilizando la función "Covarianza" en Excel, mientras que, para calcular las rentabilidades de cada criptomoneda, se utilizará el promedio diario de todas las rentabilidades de esa criptomoneda.

**TABLA 7: PROMEDIO DE RENTABILIDADES**

Promedio	CAR	ETH	LTC	TRX	XBT	XRP
RENTABILIDAD	0,260%	0,183%	-0,017%	0,151%	0,093%	0,039%

Fuente: Elaboración propia

## Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética

**TABLA 8: MATRIZ DE VARIANZAS COVARIANZAS**

	<i>CAR</i>	<i>ETH</i>	<i>LTC</i>	<i>TRX</i>	<i>XBT</i>	<i>XRP</i>
<i>CAR</i>	0,0041	0,0026	0,0027	0,0024	0,0019	0,0026
<i>ETH</i>	0,0026	0,0030	0,0027	0,0023	0,0019	0,0024
<i>LTC</i>	0,0027	0,0027	0,0034	0,0024	0,0020	0,0028
<i>TRX</i>	0,0024	0,0023	0,0025	0,0035	0,0017	0,0026
<i>XBT</i>	0,0018	0,0019	0,0020	0,0017	0,0018	0,0017
<i>XRP</i>	0,0025	0,0024	0,0028	0,0026	0,0017	0,0046

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en las tablas 7 y 8, la criptomoneda que tiene más rentabilidad promedio en este periodo es Cardano, sin embargo, no se corresponde con la criptomoneda con más riesgo, la cual en este caso es Ripple, con lo cual en este caso no se cumple que a más rentabilidad se tenga, se incurrirá en más riesgo. Además, se podría considerar que Litecoin es una criptomoneda dominada, debido a que con ella se obtiene menos rentabilidad y más riesgo, está correlacionada con Cardano y Tron, como se ha visto en el punto 4.1.1.

Para calcular la función objetivo, mediante la cual se intentará disminuir el riesgo restringiendo la rentabilidad, se utilizará la función MMULT con tal de multiplicar la matriz de covarianzas por los distintos pesos covarianzas.

En cuanto a las restricciones que se tendrán en cuenta, se calcularán en el caso de la restricción de capital, como la suma de pesos de todas las criptomonedas, la cual tendrá que ser igual a 1 y la restricción de rentabilidad, como la suma producto del promedio de cada rentabilidad multiplicado por el peso que se obtendrán la que tendrá que ser igual a la rentabilidad que se quiera obtener.

Una vez obtenidos todos estos datos se podrá proceder a la solución del modelo. Se estimará el modelo con las 6 criptomonedas, exigiendo a la cartera distintas rentabilidades, con el objetivo de construir la frontera eficiente de Markowitz y posteriormente se procederá de la misma manera con una criptomoneda menos con tal de observar los efectos.

## Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética

### 4.3.1 Solución del modelo

**TABLA 9: SOLUCIÓN MODELO DE MARKOWITZ**

Tabla de interacciones							
Riesgo	Rentabilidad	CAR	ETH	LTC	TRX	XBT	XRP
0,0020	-0,000168	-0,1969	-0,5030	0,2487	0,03153	1,2941	0,1256
0,0019	0,0001	-0,1627	-0,4494	0,1721	0,0435	1,2798	0,1166
0,0018	0,0002	-0,1289	-0,3962	0,0963	0,0554	1,2657	0,1076
0,0018	0,0004	-0,0949	-0,3428	0,0201	0,0674	1,2515	0,0987
0,0017	0,0006	-0,0607	-0,2892	-0,0564	0,0794	1,2373	0,0897
0,0017	0,0008	-0,0267	-0,2358	-0,1326	0,0914	1,2231	0,0807
0,0017	0,0010	0,0072	-0,1824	-0,2088	0,1033	1,2089	0,0717
0,0017	0,0012	0,0412	-0,1291	-0,2850	0,1153	1,1947	0,0627
0,0017	0,0014	0,07522	-0,0757	-0,3612	0,1273	1,1806	0,0538
0,0017	0,0016	0,1092	-0,0223	-0,4374	0,1392	1,1664	0,0448
0,0018	0,0018	0,1432	0,0310	-0,5135	0,1512	1,1522	0,0358
0,0018	0,0020	0,1770	0,0841	-0,5894	0,1631	1,1381	0,0269
0,0019	0,0022	0,2110	0,1375	-0,6656	0,1751	1,1240	0,0179
0,0020	0,0024	0,2450	0,1909	-0,7418	0,1870	1,1097	0,0090
0,0021	0,0026	0,2737	0,2359	-0,8060	0,1971	1,0978	0,00145

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 9 se representan los pesos de las carteras construidas para las distintas rentabilidades exigidas y su riesgo asociado.

Según los resultados, por una parte, cabe destacar que la criptomoneda en la que más veces se invierte y con mayor porcentaje de capital es en Bitcoin, pues para una rentabilidad de 0.00032 se decide invertir hasta una proporción de 1,27 de la cartera y con tal de que se cumpla la restricción, vender otras criptomonedas. Sin embargo, se puede observar que cuanto mayor es la rentabilidad exigida, menor porcentaje se invierte en Bitcoin, esto es debido a que, si se comparan los resultados con las tablas 6 y 7, Bitcoin no es la

## Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética

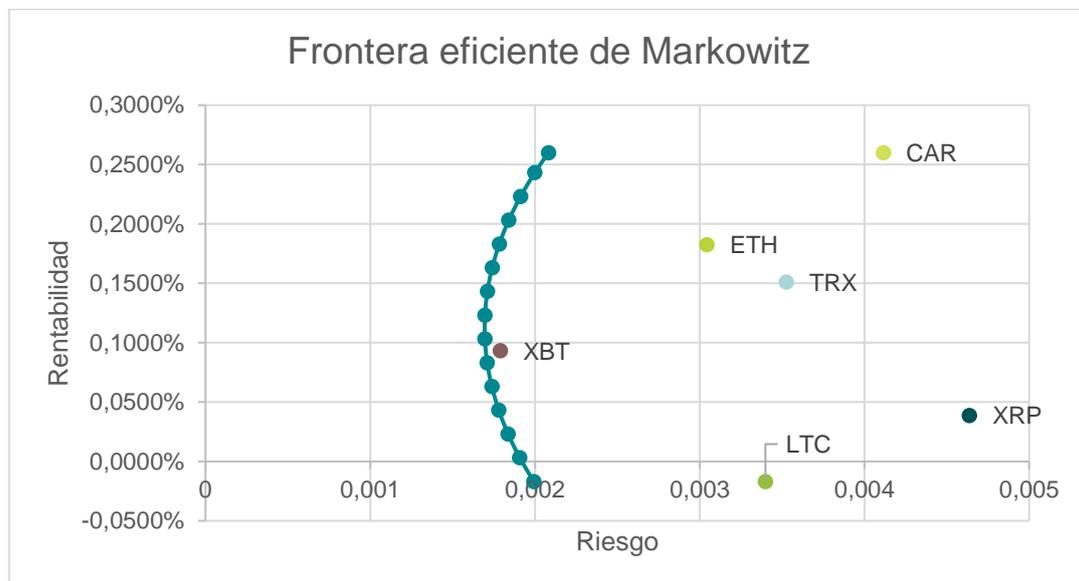
criptomonedas que aporte más rentabilidad, sin embargo, es la que incurre en menos riesgo. La cartera deja de priorizar la minimización del riesgo y se centra en cumplir con la rentabilidad demandada.

Lo contrario ocurre con Ethereum, para la cual en un principio no se invierte, y se vende para recuperar la inversión debido a que es muy arriesgada, sin embargo, debido a que es la que aporta más rentabilidad, cuando se le exige al modelo más rentabilidad se empieza a invertir en la misma, lo mismo ocurre con Tron, sin embargo, en este caso, sorpresivamente, siempre se decide invertir en ella.

En cuanto a Ripple, es destacable que, en todas las interacciones, se decide invertir en la misma, sin embargo, debido a su escasa rentabilidad, a medida que se demanda más rentabilidad, se deja de invertir tanto en la misma.

Por último, como se ha demostrado anteriormente, Litecoin y Cardano son dos criptomonedas que están correlacionadas entre sí, por lo que podrían ser sustitutivas. En un primer lugar se empieza a invertir gran parte de capital en Litecoin, sin embargo, llega a un punto en el que se empieza a invertir en Cardano, porque aporta mejores resultados y se deja de invertir en esta primera.

ILUSTRACIÓN 15:FRONTERA EFICIENTE DE MARKOWITZ



Fuente: Elaboración propia

## **Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética**

Según la frontera eficiente de la ilustración 15, confirma que aquellas carteras con mayor rentabilidad requieren de un mayor riesgo asumido.

En primer lugar, la cartera de XBT, que corresponde con una rentabilidad de 0.093% y un riesgo de 0.0018, por otra parte, la cartera de ETH tiene una rentabilidad de 0.183% y un riesgo de 0.0030, mientras que la cartera TRX tiene menos rentabilidad y menos riesgo, con una rentabilidad de 0.151% y un riesgo de 0.0035, a diferencia de la cartera CAR, que tiene más rentabilidad 0.26% y en la que se incurre en un riesgo de 0.0041. Por último, XRP se corresponde con una rentabilidad de 0.039%, y un riesgo de 0.0046, y LTC se corresponde con un riesgo de 0.0033 y una rentabilidad de -0.0168.

Por lo que las mejores carteras para invertir serían dependiendo de la aversión al riesgo del inversor, Bitcoin, Ethereum o Cardano, en el caso de tener mucha aversión al riesgo, se invertiría en Bitcoin, mientras que en el caso de tener poca se invertiría en Ethereum, y por último, si el inversor fuera muy arriesgado, invertiría en Cardano.

Las carteras que se encuentran en la parte inferior de la parábola son carteras dominadas, lo que significa que tendrán los peores resultados, más riesgo para la rentabilidad exigida.

Además, se puede observar que la criptomoneda que se encuentra más cerca de la frontera eficiente es Bitcoin, lo que significa que es la mejor opción para conseguir más rentabilidad y menos riesgo.

Con tal de analizar el resultado si se modificara la cartera, se volverá a construir carteras, pero eliminando por una parte Litecoin, debido a que está correlacionada con Ethereum, Cardano y Tron y por otra parte eliminando Bitcoin de la cartera, debido a que es en la que más se invierte, para ver cómo cambiaría el resultado.

### **4.3.2 Carteras de negociación derivadas de la original**

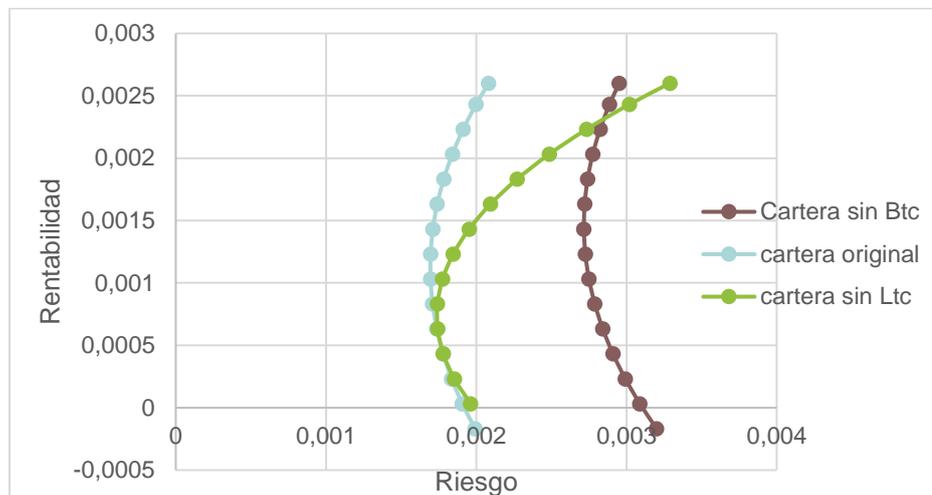
Si se comparan los resultados de la cartera anterior con las carteras de negociación sin Bitcoin, y sin Litecoin, se puede percibir que se podría descartar la cartera sin Bitcoin, debido a que empeora mucho el resultado.

Por otra parte, la mejor de ellas es la cartera original debido a que comparativamente, se consigue reducir el riesgo más que omitiendo Litecoin, por tanto, el inversor decidirá

## Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética

diversificar su cartera lo máximo posible para obtener una cartera que le aporte el máximo riesgo y rentabilidad posibles.

ILUSTRACIÓN 16:FRONTERA EFICIENTE DE MARKOWITZ SIN BITCOIN



Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, las criptomonedas no siguen relaciones lineales por lo que no es posible crear carteras que sean lo suficientemente eficientes, es por ello por lo que posteriormente se crearán carteras mensuales exigiendo determinadas rentabilidades con tal de predecir el comportamiento de la cartera.

### 4.3.3 Apéndice coste energético

El objetivo en este apartado es analizar si es posible construir carteras eficientes desde el punto de vista de consumo energético. Ahora bien, en este caso sólo se considera el coste energético en el que se incurre en las transacciones necesarias para la construcción de las carteras, no en el minado de estas.

Los datos que se utilizarán para el análisis serán, los kilovatios hora por transacción consumidos por cada criptomoneda, y una base de datos de cada una que contenga el precio de cierre, la fecha y el volumen de ventas.

## Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética

Previamente a proceder al análisis estadístico, es importante distinguir los distintos tipos de criptomonedas según se consideren ecológicas o no. Mayormente, serán no ecológicas las que utilicen el algoritmo PoW y ecológicas PoS.

Se establecerá que se consideran como criptomonedas ecológicas aquellas cuyo consumo en kw hora por transacción está por debajo de 14.8kwh, que es lo que consumen 10.000 transacciones hechas mediante VISA (Statista, 2022).

Por lo tanto, se considerarán como criptomonedas ecológicas a Cardano, Ripple, y Tron consumiendo 0.5479kwh, 0.00079kwh y 0.000070kwh respectivamente independencia volumen transacción y como criptomonedas no ecológicas a Bitcoin, Ethereum, Litecoin consumiendo 1544kwh, 62.56kwh, 19.2kwh respectivamente, como se presenta en la Tabla 10.

**TABLA 10: CRIPTOMONEDAS ECOLÓGICAS Y NO ECOLÓGICAS**

Criptomonedas ecológicas	Consumo por transacción	Criptomonedas no ecológicas	Consumo por transacción
Ripple	0.00079kwh	Bitcoin	1544kwh
TRON	0.000070kwh	Ethereum	62.56kwh
Cardano	0.5479kwh	Litecoin	19.2kwh

Fuente: beincrypto, saberpráctico y leafscore

Se ha decidido resolver el modelo de Markowitz como en el apartado anterior, pero con la particularidad de que en este caso se restringirá el consumo energético que se invertirá en la cartera.

Para ello, también se añadirá la restricción de positividad mediante la cual no se contempla inversión en el corto plazo y la restricción de consumo energético.

$$X_i \geq 0$$

Y la siguiente restricción de consumo energético:

$$\min c_i > \sum c_{if_i} < \max c_i$$

## **Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética**

Dónde  $c_i$  será el coste energético por transacción y  $f_i$  la variable cualitativa que se activará cuando se invierta en un activo. Todo esto tendrá que ser mayor al consumo mínimo y menor que el consumo máximo.

La conclusión a la que se llega con este apartado es que al final las criptomonedas se saturan ya que es muy complicado eludir a Bitcoin de la cartera porque consume muchos kwh y sin ella la cartera empeora.

### **4.4 Creación de carteras mensuales de negociación**

Dada la alta variabilidad/volatilidad que presentan las criptomonedas, se plantea en este apartado la construcción de carteras a muy corto plazo. En este caso, se ha considerado la construcción de carteras mensuales teniendo en cuenta las rentabilidades del mes siguiente, con tal de predecir el comportamiento que tienen las distintas criptomonedas en el mes anterior para el periodo que engloban los datos.

Estos se han obtenido de Kraken como en los datos de  $R$ , y abarcan desde el 5 de marzo de 2020 hasta el 30 de junio de 2022, con lo cual se analizarán 27 carteras. Además, como en el apartado anterior, 4.3.1 estas carteras se construirán como CFD, contratos por diferencia y por tanto como tienen costes reducidos de transacción, no se tendrán en cuenta.

Para ello, en primer lugar, se calculará la matriz de varianzas covarianzas para ese mes en concreto, para posteriormente, calcular la rentabilidad mensual de cada criptomoneda para cada mes, con la fórmula de la rentabilidad logarítmica mencionada anteriormente.

$$LN(n + 30/n)$$

En la que  $n$  será el precio de cierre del primer día del mes y  $n+30$  será el precio de cierre del último día del mes.

A continuación, se resolverá la cartera de Markowitz para distintas rentabilidades, en este análisis se han considerado las siguientes rentabilidades, 10, 15 y 30 %, aunque se podrían haber considerado otras. A partir de ellas, se obtendrán los riesgos y rentabilidades teóricas para finalmente compararlo con el riesgo y la rentabilidad reales de cada cartera.

Por una parte, el riesgo real de la cartera del mes actual se calculará como la suma producto de la matriz de varianzas covarianzas del mes siguiente y la matriz de pesos que se

## Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética

le ha dado a la cartera actual en concreto por los pesos de la cartera en el mes actual utilizando la fórmula de la varianza descrita en el apartado 3.

Por otra parte, la rentabilidad real será calculada al igual que en el apartado 3 pero esta vez se realizará una suma producto de los pesos de la cartera actual por las rentabilidades del mes siguiente.

Finalmente se realizará un conteo y se analizarán los resultados de estos.

### 4.4.1 Conteo y análisis

En primer lugar, se ha realizado un conteo, de manera que cada vez que la rentabilidad real haya superado a la rentabilidad teórica, ese mes tendrá un valor 1 y, al contrario, en caso de que no la haya superado, tendrá un valor 0.

**TABLA 11: CONTEO RENTABILIDADES 10%**

Análisis descriptivo													
10%	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	Totales
2020	n/d	n/d	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	5
2021	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	6
2022	0	1	0	0	0	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	1
	1	2	1	0	0	1	2	0	2	1	1	1	12

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla 11 la cual muestra los resultados del conteo para una rentabilidad teórica, de 27 carteras que se han analizado, en tan solo 12 de las mismas, se ha obtenido una rentabilidad real superior a la rentabilidad teórica del mes anterior. Lo que quiere decir que la probabilidad de que las carteras reales resulten más rentables que las teóricas se reduce al 44%, por lo que en el 64% de las veces se obtendrá una rentabilidad inferior o igual a la rentabilidad teórica del mes anterior.

**TABLA 12: CONTEO RENTABILIDAD 15%**

15%	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	Totales
2020	n/d	n/d	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	5
2021	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	5
2022	0	1	0	0	0	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	1
	1	1	1	0	0	1	2	0	2	1	1	1	11

Fuente: Elaboración propia.

## Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética

En el caso de las carteras a las que se le ha exigido una rentabilidad del 15%, como revela la tabla 10 se reduce ligeramente la probabilidad de que las carteras reales superen a las rentabilidades teóricas a un 41%.

**TABLA 13: CONTEO RENTABILIDAD 30%**

30%	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	Totales
2020	n/d	n/d	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	4
2021	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
2022	0	0	0	0	0	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	0
	1	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	1	6

Fuente: Elaboración propia

Por último, en la tabla 13 se puede observar que para las carteras a las que se les ha exigido una rentabilidad del 30%, en tan sólo 6 de ellas la rentabilidad real ha superado a la teórica. Con lo que el porcentaje de veces en que la cartera real ha superado a la teórica desciende a un 22%, lo cual podría suponer a primera vista que esta cartera sería inviable.

Con tal de complementar estos resultados se realizará un análisis estadístico con los datos de las rentabilidades teóricas y reales y el riesgo teórico y real que han presentado estas carteras incluyendo el incremento que han experimentado. En este se incluirá la desviación típica de las carteras, los rangos, los promedios y la mediana de los datos.

## Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética

**TABLA 14: ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA RENTABILIDAD 10%**

10%					
Mes	Rentabilidad	Incremento	Riesgo	Riesgo real	Incremento riesgo
mar-20	-0,3442	-4,4421	0,0033	0,0015	-0,5496
abr-20	-0,1587	-2,5867	0,0007	0,0011	0,5304
may-20	-0,1839	-2,8386	0,0009	0,0007	-0,1717
jun-20	0,0913	-0,0868	0,0022	0,0012	-0,4337
jul-20	0,2219	1,2191	0,0002	0,0016	6,1814
ago-20	0,0008	-0,9921	0,0005	0,0005	0,0064
sep-20	0,3263	2,2634	0,0003	0,0005	0,5272
oct-20	0,5447	4,4467	0,0001	0,0038	25,5837
nov-20	0,4748	3,7485	0,0011	0,0011	0,0036
dic-20	0,6866	5,8662	0,0008	0,0024	2,1148
ene-21	0,6848	5,8477	0,0026	0,0054	1,1059
feb-21	0,1158	0,1584	0,0021	0,0017	-0,2167
mar-21	0,3507	2,5073	0,0011	0,0039	2,5417
abr-21	-0,3484	-4,4845	0,0010	0,0059	4,9571
may-21	-0,0611	-1,6114	0,0029	0,0035	0,2152
jun-21	0,1749	0,7492	0,0022	0,0015	-0,3037
jul-21	0,2177	1,1768	0,0007	0,0012	0,6841
ago-21	0,0354	-0,6456	0,0026	0,0008	-0,6963
sep-21	0,3392	2,3916	0,0009	0,0037	2,9485
oct-21	-0,1363	-2,3633	0,0007	0,0011	0,6361
nov-21	-0,2439	-3,4394	0,0017	0,0017	0,0000
dic-21	-0,0323	-1,3232	0,0014	0,0024	0,6607
ene-22	-0,0098	-1,0978	0,0011	0,0071	5,2955
feb-22	0,2092	1,0919	0,0008	0,0009	0,1457
mar-22	-0,1677	-2,6771	0,0004	0,0013	2,7213
abr-22	-0,1426	-2,4264	0,0004	0,0021	4,0414
may-22	-0,7100	-8,1002	0,0011	0,0043	2,9050
<b>Promedio'</b>	<b>0,0717</b>	<b>-0,2833</b>	<b>0,0013</b>	<b>0,0023</b>	<b>2,2753</b>
<b>Mediana</b>	<b>0,0354</b>	<b>-0,6456</b>	<b>0,0010</b>	<b>0,0016</b>	<b>0,6361</b>
Max	0,6866	5,8662	0,0033	0,0071	25,5837
min	-0,7100	-8,1002	0,0001	0,0005	-0,6963
Rango	1,3966	13,9664	0,0032	0,0066	26,2800
DESV T	0,3218	3,2185	0,0009	0,0017	4,9504

Fuente: Elaboración propia

Por una parte, en la tabla 14, se puede observar que el promedio de la rentabilidad de la cartera real ha sido inferior en comparación con la cartera teórica, sin embargo, es positiva, lo que podría dar a entender que cabría la posibilidad de que fuera una cartera eficiente.

## **Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética**

Por otro lado, el valor de la mediana implica que 50% de las observaciones se encuentran por encima del 3.5% de rentabilidad y el otro 50%, se encuentra por debajo, se debería de representar un histograma para observar en que porcentaje de rentabilidad se encuentran estas observaciones.

Calculando el rango de las rentabilidades mediante la resta del máximo y el mínimo, se obtiene un rango positivo de 1.39, lo que indica que los datos tienen mucha oscilación. Cabe destacar que en algunos meses el porcentaje de incremento de la rentabilidad entre la cartera real y la teórica es de 587% y el mínimo es de -810%.

En cuanto a la diferencia entre el riesgo real y el riesgo teórico de la cartera, se puede observar que en general el riesgo real supera al riesgo teórico, y en las veces que no lo hace, la rentabilidad suele ser inferior, sin embargo, en junio de 2021 la rentabilidad de la cartera es superior a la teórica, y se consigue un riesgo real inferior al riesgo teórico.

La baja desviación típica del riesgo, se puede decir que tanto en el caso del riesgo y la rentabilidad reales implica que la mayoría de los datos se encuentran alrededor de la media, por lo que se podría decir que en principio se obtendrían la mayoría de las carteras con un riesgo aceptable.

Por otra parte, observando la tabla 15, se puede afirmar que el promedio de la rentabilidad de la cartera real ha vuelto a ser muy inferior en comparación con la cartera teórica, sin embargo, sigue siendo positiva, lo que podría dar a entender que cabría la posibilidad de que fuera una cartera eficiente.

Por otro lado, el valor de la mediana implica que 50% de las observaciones se encuentran por encima del 1.9% de rentabilidad y el otro 50%, se encuentra por debajo, por lo cual este porcentaje se reduce si se compara con la mediana resultante del 10%, y cabría pensar que la cartera en la que se exige el 10% resultaría más eficiente. Sin embargo, se debería de representar un histograma para observar en que porcentaje de rentabilidad se encuentran estas observaciones.

Si se calcula el rango de las rentabilidades mediante la resta del máximo y el mínimo, se obtiene un rango positivo de 1.47, lo que vuelve a implicar que los datos tienen mucha oscilación. Cabe destacar que en algunos meses el porcentaje de incremento de la rentabilidad entre la cartera real y la teórica es de 392% y el mínimo es de -592%.

En cuanto a la diferencia entre el riesgo real y el riesgo teórico de la cartera, se puede observar lo mismo que en la cartera del 10%, sin embargo, en noviembre de 2020 y junio de 2021 la rentabilidad de la cartera es superior a la teórica, y se consigue un riesgo real inferior al riesgo teórico.

## Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética

La desviación típica del riesgo, en este caso comparada con la cartera del 10% aumente ligeramente, sin embargo, se repite que según la tabla los datos se encuentran alrededor de la media, por lo que se podría decir que en principio se obtendrían la mayoría de las carteras con un riesgo aceptable.

**TABLA 15: ESTADÍSTICOS 15% RENTABILIDAD**

15%					
Mes	Rentabilidad	Incremento	Riesgo	Riesgo real	Incremento riesgo
mar-20	-0,3979	-3,6525	0,0030	0,0017	-0,4310
abr-20	-0,1139	-1,7595	0,0008	0,0011	0,3913
may-20	-0,1638	-2,0921	0,0011	0,0008	-0,2233
jun-20	0,0467	-0,6884	0,0022	0,0017	-0,2318
jul-20	0,1755	0,1700	0,0002	0,0013	4,5113
ago-20	0,0035	-0,9767	0,0006	0,0007	0,3349
sep-20	0,3621	1,4143	0,0004	0,0007	0,6240
oct-20	0,4880	2,2534	0,0002	0,0027	15,8550
nov-20	0,4518	2,0118	0,0011	0,0010	-0,0802
dic-20	0,7387	3,9244	0,0007	0,0023	2,2963
ene-21	0,6598	3,3986	0,0025	0,0052	1,1197
feb-21	0,1057	-0,2952	0,0020	0,0016	-0,2060
mar-21	0,3334	1,2228	0,0010	0,0039	2,7883
abr-21	-0,3463	-3,3086	0,0011	0,0065	4,8411
may-21	-0,0682	-1,4546	0,0031	0,0035	0,1468
jun-21	0,1897	0,2647	0,0023	0,0017	-0,2547
jul-21	0,1977	0,3180	0,0008	0,0011	0,4726
ago-21	0,0197	-0,8684	0,0007	0,0027	2,6922
sep-21	0,3694	1,4629	0,0010	0,0043	3,1631
oct-21	-0,0945	-1,6300	0,0007	0,0012	0,6784
nov-21	-0,2608	-2,7385	0,0020	0,0020	0,0000
dic-21	0,0020	-0,9866	0,0018	0,0029	0,6057
ene-22	-0,0503	-1,3356	0,0015	0,0101	5,9494
feb-22	0,1907	0,2713	0,0009	0,0009	0,0382
mar-22	-0,1712	-2,1413	0,0004	0,0016	3,5263
abr-22	-0,1320	-1,8799	0,0005	0,0029	4,6608
may-22	-0,7390	-5,9264	0,0013	0,0047	2,5978
Promedio'	0,0665	-0,5564	0,0013	0,0026	2,0691
Mediana	0,0197	-0,8684	0,0010	0,0017	0,6240
Max	0,7387	3,9244	0,0031	0,0101	15,8550
min	-0,7390	-5,9264	0,0002	0,0007	-0,4310
Rango	1,4776	9,8508	0,0029	0,0094	16,2860
DESV T	0,3239	2,1596	0,0008	0,0021	3,2748

Fuente: Elaboración propia

## Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética

Por último, en el caso de las carteras a las cuales se les ha exigido un 30% de rentabilidad, en la tabla 16 se muestra que el promedio de la rentabilidad de la cartera resulta muy bajo comparado con la rentabilidad teórica, por lo que en principio se podría pensar que resulta descartable.

Sin embargo, para esta cartera, la mediana aumenta respecto a la de las carteras del 15% por lo que podría ser que estos datos resultaran más eficientes que la misma, sin embargo, el rango resulta más elevado, indicando más variabilidad de los datos, y en este caso el hecho de que la desviación típica sea ligeramente más elevada, lo afirma.

**TABLA 16: ESTADÍSTICO 30%**

30%					
Mes	Rentabilidad	Incremento	Riesgo	Riesgo real	Incremento riesgo
mar-20	-0,5588	-2,8628	0,0028	0,0028	0,0256
abr-20	0,0203	-0,9324	0,0011	0,0013	0,1729
may-20	-0,1037	-1,3456	0,0017	0,0012	-0,3275
jun-20	-0,0874	-1,2912	0,0037	0,0037	-0,0055
jul-20	0,0363	-0,8790	0,0004	0,0008	1,1508
ago-20	0,0116	-0,9613	0,0009	0,0023	1,7218
sep-20	0,4696	0,5652	0,0009	0,0016	0,7037
oct-20	0,3180	0,0602	0,0003	0,0017	4,6692
nov-20	0,3825	0,2750	0,0011	0,0009	-0,1935
dic-20	0,8947	0,0023	0,0006	0,0023	2,6008
ene-21	0,5848	0,9495	0,0022	0,0048	1,1667
feb-21	0,0754	-0,7488	0,0018	0,0015	-0,1736
mar-21	0,2815	-0,0616	0,0011	0,0045	2,9865
abr-21	-0,3398	-2,1327	0,0016	0,0087	4,3161
may-21	-0,0778	-1,2594	0,0038	0,0036	-0,0395
jun-21	0,2341	-0,2198	0,0027	0,0024	-0,1184
jul-21	0,1378	-0,5408	0,0010	0,0011	0,0539
ago-21	-0,0268	-1,0892	0,0007	0,0032	3,2643
sep-21	0,4602	0,5341	0,0017	0,0068	3,0546
oct-21	0,0310	-0,8967	0,0009	0,0017	0,8833
nov-21	-0,3116	-2,0385	0,0033	0,0033	0,0000
dic-21	0,1050	-0,6499	0,0033	0,0050	0,5130
ene-22	-0,1721	-1,5735	0,0028	0,0226	7,1392
feb-22	0,1106	-0,6315	0,0011	0,0011	-0,0763
mar-22	-0,1817	-1,6055	0,0008	0,0027	2,3988
abr-22	-0,1557	-1,5191	0,0010	0,0060	5,3067
may-22	-0,8247	-3,7489	0,0021	0,0061	1,8751
<b>Promedio'</b>	<b>0,0486</b>	<b>-0,9112</b>	<b>0,0017</b>	<b>0,0038</b>	<b>1,5951</b>
<b>Mediana</b>	<b>0,0310</b>	<b>-0,8967</b>	<b>0,0011</b>	<b>0,0027</b>	<b>0,8833</b>
Max	0,8947	0,9495	0,0038	0,0226	7,1392
min	-0,8247	-3,7489	0,0003	0,0008	-0,3275
Rango	1,7194	4,6984	0,0035	0,0218	7,4667
DESV T	0,3475	1,0333	0,0010	0,0042	1,9552

Fuente: Elaboración propia

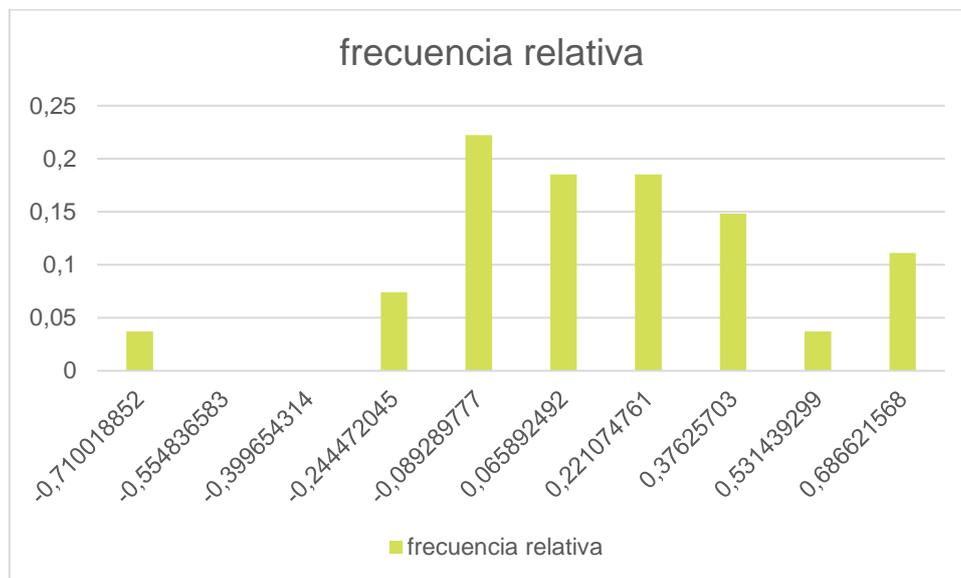
## Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética

A continuación, se representará un gráfico de frecuencias para cada tipo de cartera, con tal de observar la distribución de los datos de las rentabilidades reales. Para ello, se crearán intervalos a partir de los distintos rangos, con 10 frecuencias para cada cartera.

En la ilustración 17 se puede observar que, aunque la cartera no presenta una distribución normal sino que es más bien sesgada a la izquierda, la mayoría de los datos se encuentran en la parte derecha del gráfico, y que la mayoría de datos por lo tanto son positivos, lo que indica que habrá más probabilidades de obtener rentabilidades positivas que de obtener rentabilidades negativas.

Además, si se cuentan todas las rentabilidades obtenidas, se obtiene un resultado de 1.93, y si se cuentan las carteras que han sido positivas, se obtiene un porcentaje de un 55% de probabilidades de que sea positiva, lo que mejora el resultado del análisis descriptivo anterior, en la que la rentabilidad teórica se superaba en tan solo 44% de los casos.

ILUSTRACIÓN 17: GRÁFICO DE FRECUENCIAS CARTERA 10%



Fuente: Elaboración propia.

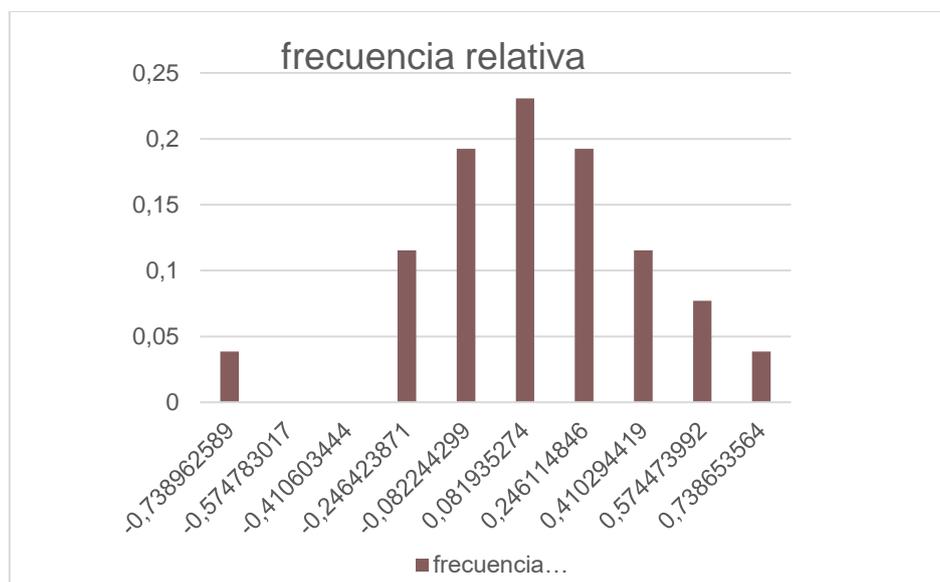
En cuanto a la distribución de la frecuencia relativa de las carteras del 15%, en la ilustración 18, se puede observar una distribución más normal de los datos, aunque no llegue a ser una campana de Gauss. Se repite que la mayor parte de los datos se encuentran a la parte derecha del gráfico, por lo que la mayoría son positivos.

## Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética

Al igual que en la ilustración 17 una parte grande de los datos se acumula en el punto -0.089, sin embargo, si se vuelve a realizar la suma de rentabilidades obtenidas en este caso la suma se reduce levemente, a 1.79, por lo que, pese a que sigue siendo positiva, en este caso los datos positivos tienen un valor inferior si se compara con las rentabilidades del 10%, así que la cartera previa parece ser mejor en una primera instancia.

Sin embargo, si se calcula la probabilidad de que la cartera sea positiva, en este caso aumenta al 59%, más que en la cartera anterior.

ILUSTRACIÓN 18: GRÁFICO DE FRECUENCIA RELATIVA 15%

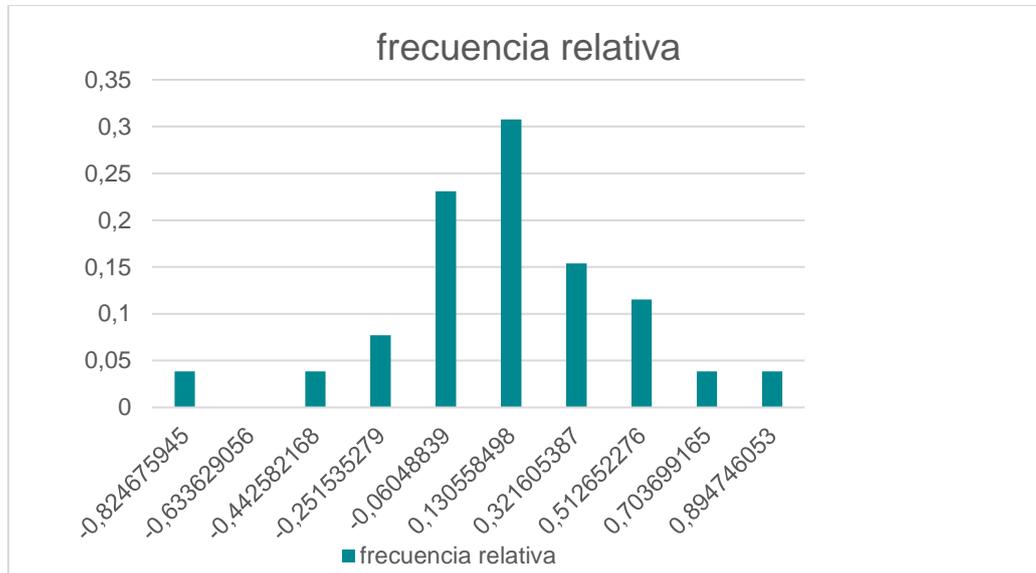


Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, en la ilustración 1, donde se muestra el gráfico de frecuencias para la rentabilidad del 30%, cabe destacar que la mayoría de los datos se acumulan en el punto 0.13 lo que mejora prácticamente los resultados anteriores. Pues, aunque anteriormente la tabla 15 pareciese indicar que invertir en la cartera del 30% era inviable, según los resultados obtenidos en el gráfico de frecuencias, la mayoría de los datos se siguen encontrando en la parte derecha del gráfico.

Además, si se suma el conjunto de rentabilidades obtenidas, el resultado sigue siendo positivo, aunque sea inferior a las otras carteras con una suma de 1.31, lo que significa que las rentabilidades positivas tienen mayor valor que las rentabilidades negativas y la probabilidad de que se obtengan rentabilidades positivas al invertir, aumenta al 59%.

ILUSTRACIÓN 19: GRÁFICO FRECUENCIAS 30%



Fuente: Elaboración propia

En conclusión, el modelo de carteras que se ha creado no es predictivo debido a la alta volatilidad de las criptomonedas, sin embargo, muestra eficiencia en el sentido de que en la mayoría de las veces en todas las carteras se va a obtener rentabilidad.

## 5. Conclusiones, limitaciones y futuro de las criptomonedas

Existen dos tipos de criptomonedas, las altcoins y las que se podrían considerar criptomonedas mayoritarias, diferenciándose las primeras de las segundas por su bajo precio, por su bajo coste energético de kwh por transacción realizada y porque el precio de las primeras no se ve influido por acontecimientos históricos, pero sí se puede ver influida por pumps and dumps.

El auge de las criptomonedas ha provocado que una gran cantidad de inversores desee colocar su capital en ellas con tal de obtener rentabilidad, sin embargo, al realizar las

## **Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética**

transacciones se corre el riesgo de obtener rentabilidad negativa, por su alta volatilidad y de hacer un gasto energético superior al deseado por su alto consumo energético.

En los análisis estadísticos realizados con R, por una parte, se ha concluido que a partir de datos históricos se puede realizar análisis mensuales y semanales de las mismas, pero, los modelos predictivos que se obtienen no son lo suficientemente fiables como para poder determinar si los meses o días de la semana tienen influencia sobre las rentabilidades que se va a obtener, ya que los datos no tienen una distribución normal.

Sin embargo, se puede afirmar que las rentabilidades de algunas criptomonedas están correlacionadas como en el caso de Litecoin y Cardano y se pueden representar gráficamente los rendimientos obtenidos a lo largo del año, las tasas mensuales de ganancia y calendarios de calor y gráficos de velas que pueden servir de guía para invertir en las mismas.

Por otra parte, en la construcción de carteras de Markowitz con contratos por diferencia, se ha intentado por una parte resolver el modelo varias veces con tal de obtener la cartera mediante la que se obtenga la mejor rentabilidad, sin embargo, es Bitcoin la criptomoneda que mejor rentabilidad-riesgo tiene, por lo que no se podría eliminar de la cartera, aunque su consumo energético por transacción es descomunal si se quiere obtener una rentabilidad aceptable.

Además, en las carteras de negociación mensuales, en las que se ha construido un modelo predictivo a partir de las rentabilidades del mes posterior, se ha obtenido que, aunque el modelo no tenga capacidad predictiva, hay una alta posibilidad de que, si se invierte en esa cartera, las rentabilidades que se cosechen sean positivas.

Las limitaciones de este trabajo han sido mayormente la escasez de datos que se poseen de este tipo de divisa debido a que es relativamente nueva, y el hecho de que las criptomonedas no posean una distribución normal de los datos, debido a que reduce la cantidad de análisis que se pueden hacer con las mismas, para analizarlas de manera adecuada, se debería de eliminar la tendencia y modificar los datos de estas.

En cuanto al futuro de las criptomonedas, aunque como se ha observado en la ilustración 1 su uso continúa creciendo, puede ser que se vean próximamente sustituidas por otras como las CBDC, monedas digitales que serían emitidas por los bancos centrales con tal de tener un mayor control de las criptomonedas a nivel de regulación, sin embargo, aún se deben realizar muchas pruebas para asegurar la viabilidad de estas, debido a que los usuarios se presentan dubitativos ante la posibilidad de la desaparición del dinero en efectivo.

Sin embargo, en el caso de China, el yuan chino está teniendo éxito en este país debido a que se trata de una divisa digital pero apoyada a por el banco central de China, es

## **Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética**

por ello que aporta credibilidad y está siendo un éxito en este país, pues ya se está normalizando su uso en este país (tuforodebolsa).

Por una parte, las ventajas que podría tener la desaparición de las criptomonedas podrían ser que no habría tanto riesgo en su inversión si se decidiera invertir en los CBDC, y además el coste energético por transacción realizada se reduciría, ya que supuestamente tendría un coste energético reducido parecido al de la VISA.

Por otra parte, los inconvenientes del fin de las criptomonedas, podrían ser la pérdida de la alta y inmediata rentabilidad que estas aportan a diferencia de lo que ocurre en la bolsa de acciones, por ejemplo.

Se abre la puerta para futuros estudios sobre la aceptabilidad que tendrían las criptomonedas CBDC en las personas físicas y la preocupación de los inversores por el alto coste energético de transacción que tienen las criptomonedas, su priorización de la alta rentabilidad a construir una cartera sostenible.

## **6. Bibliografía**

A.P. (2022, 21 abril). *EUA sanciona a firma de criptomonedas por Rusia*. El Economista. <https://www.economista.net/cripto/EUA-sanciona-a-firma-de-criptomonedas-por-Rusia--20220421-0011.html>

*Bitcoin cuales son las razones de que su precio suba o baje* (2021, 20 diciembre). CoinDesk. <https://www.coindesk.com/learn/2021/12/20/bitcoin-cuales-son-las-razones-de-que-su-precio-suba-o-baje/#:~:text=Acontecimientos%20del%20mercado%20El%20precio%20de%20bitcoin%20suele,bitcoin%20cay%C3%B3%2057%25%20hasta%20alcanzar%20m%C3%ADnimos%20de%20%243.867> (Último acceso en 2023, 05 enero)

Banco de Pagos Internacionales (2018, marzo). *Monedas digitales emitidas por bancos centrales*. ISBN 978-92-9259-162-5.

*Binance Data Collection*. (n.d.). <https://data.binance.vision/?prefix=data/spot/monthly/> (Último acceso 2023, 09 julio)

*Bitcoin energy consumption 2023* (2023, 09 mayo). Statista. <https://www.statista.com/statistics/881541/bitcoin-energy-consumption-transaction-comparison-visa/>

Calvo, D. (2017). *ANOVA en R*. <https://www.diegocalvo.es/anova-en-r/#:~:text=ANOVA%20en%20R.%20Uso%3A%20Determinar%20si%20existe%20similitud,a%20los%20valores%20de%20otro%20conjunto%20de%20variables>

Cattlin, B. (2022, 05 enero). *16 patrones de velas japonesas que todo inversor debería conocer*. IG. <https://www.ig.com/es/estrategias-de-trading/16-patrones-de-velas-japonesas-que-todo-inversor-deberia-conocer-200529>

Chamizo, H. (2022, 16 enero). *Precio del bitcoin: análisis de 8 expertos y 14 'altcoins' para 2022*. Business Insider España. <https://www.businessinsider.es/precio-bitcoin-analisis-8-expertos-14-altcoins-2022-994299>

*Comisión Europea pidió bloquear minería de criptomonedas debido a la crisis energética* (2022, 18 octubre). LaPatilla.com. <https://www.lapatilla.com/2022/10/18/europa-bloquear-mineria-criptomonedas-crisis-energetica/>

*Cotización del ripple: evolución de la cotización del ripple* (2022, 24 octubre). Coinhouse. <https://www.coinhouse.com/es/cotizacion-ripple/>

CoinMarketCap (n.d.). *Precios, gráficos y capitalizaciones de mercado de criptomonedas*. <https://coinmarketcap.com/es/> (Último acceso en 2023, 09 julio)

*¿Cómo leer gráficos de criptomonedas? Una guía introductoria*. (2023, June 30). BeInCrypto. <https://es.beincrypto.com/aprende/como-leer-graficos-criptomonedas-guia-introductoria/>

*Comparativa de criptomonedas*. (n.d.). IG. <https://www.ig.com/es/trading-de-criptomonedas/comparativa-criptomonedas> (Último acceso en 2023, 09 julio)

## **Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética**

Covesting. (2018, May 24). *Factors affecting the cryptocurrency market*. Covesting Blog-Medium. <https://medium.com/covesting/factors-affecting-the-cryptocurrency-market-bd791b3c72dd>

Criptomonedas.Ninja. (2019, 09 enero). *Historia y origen de bitcoin - Precio y gráfico histórico*. criptomonedas.ninja. <https://criptomoneda.ninja/historia-bitcoin-origen/#:~:text=%C2%BFEn%20que%20a%C3%B1o%20naci%C3%B3%20el%20bitcoin%3F%20Existen%20dos,Nakamoto%20leg%C3%B3%20a%20minar%20un%20mill%C3%B3n%20de%20bitcoins>

*Criptomonedas - Cotización en tiempo real* (n.d.). Investing.com. <https://es.investing.com/crypto/>

Dangi, V. (2020). *Day of the Week Effect in Cryptocurrencies' Returns and Volatility*. Ramanujan International Journal of Business and Research.

Díaz, B. (2021, 13 mayo). *Tesla dice no al Bitcoin: La criptomoneda ya no será aceptada como método de pago*. Car And Driver. <https://www.caranddriver.com/es/coches/planeta-motor/a36416967/tesla-rechaza-bitcoin/#:~:text=Tesla%20dice%20no%20al%20Bitcoin%3A%20La%20criptomoneda%20ya,de%20combustibles%20f%C3%B3siles%20para%20el%20proceso%20de%20minado>

Di Matteo, A. (2018, 05 julio). *Ripple recibe su tercera demanda en la que se le acusa por fraude de valores*. DiarioBitcoin. <https://www.diariobitcoin.com/noticias/ripple-recibe-su-tercera-demanda-en-la-que-se-le-acusa-por-fraude-de-valores/>

*Diferencias entre inversión en criptomonedas y bolsas de valores* (2021). CriptoGuía. <https://criptoguia.es/diferencias-entre-inversion-en-criptomonedas-y-bolsas-de-valores/>

Dore, K. (2021, June 11). *Here's why cryptocurrency crashes on weekends*. CNBC. <https://www.cnbc.com/2021/06/10/heres-why-cryptocurrency-crashes-on-the-weekends.html>

*El Yuan Digital Chino: 5 cosas que hay que saber* (2021, marzo). Tu Foro De Bolsa. <https://tuforodebolsa.com/podcast/yuan-digital-chino/>

*El Ibex cierra 2019 con una subida del 11,82%, su mayor ascenso desde 2013* (2020, 01 enero). El País. [https://cincodias.elpais.com/cincodias/2019/12/30/mercados/1577718990\\_049985.html](https://cincodias.elpais.com/cincodias/2019/12/30/mercados/1577718990_049985.html)

Fernández, J. (2020, febrero). *Aplicación de modelos de series temporales al análisis de datos de criptomonedas*. ETSII – Universidad Politécnica de Madrid.

Garzón, E. B. (2023, May 30). *Bandas de Bollinger. Cómo funcionan y 3 Estrategias*. Admiralmarkets. <https://admiralmarkets.com/es/education/articles/forex-strategy/bandas-de-bollinger>

Hernandez, C. (2019, 09 mayo). *Conozca 13 aplicaciones gráficas para el análisis técnico del criptomercado*. DiarioBitcoin. <https://www.diariobitcoin.com/mercados/conozca-13-aplicaciones-graficas-para-el-analisis-tecnico-del-criptomercado/>

Huang, D. (2023). *Details on how to get Binance public data*. GitHub. <https://github.com/binance/binance-public-data/>

Kamps, J., Kleinberg, B. (2018). *To the moon: defining and detecting cryptocurrency pump-and-dumps*. Crime Sci 7, 18 (2018). <https://doi.org/10.1186/s40163-018-0093-5>

## **Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética**

Kumi, J. (2021). *El CEO de Ripple habla de la industria de las criptomonedas y dice que 2021 fue el año más fuerte para Ripple*. Crypto News Flash. <https://www.crypto-news-flash.com/es/el-ceo-de-ripple-habla-de-la-industria-de-las-criptomonedas-y-dice-que-2021-fue-el-ano-mas-fuerte-para-ripple/>

*Las criptomonedas más eficientes energéticamente* (2023, 02 enero). Saber es práctico. <https://www.saberespractico.com/criptomonedas/criptomonedas-eficientes-energeticamente/>

Lawrence, D. (2023, 05 julio). *Litecoin Milestones: Appreciating Its Origin and Evolution*. Cryptopolitan. <https://www.cryptopolitan.com/es/litecoin-hitos-origen-evolucion/>

Mondragon, A. (2014). *Uso de la correlación de spearman en un estudio de intervención en fisioterapia*. Mov.cient. 8, p. 98-104.

Matthews, L. (2023, 02 enero). *The 28 Most Sustainable Cryptocurrencies for 2023*. LeafScore. <https://www.leafscore.com/blog/the-9-most-sustainable-cryptocurrencies-for-2021/#8-tron-trx>

Narayanan, A., Bonneau, J., Felten, E., Miller, A., & Goldfeder, S. (2016). *Bitcoin and Cryptocurrency Technologies: A Comprehensive Introduction*. Princeton University Press.

*Pump and Dump: Manipulación del mercado en criptomonedas* (2021, 18 septiembre). Phemex. <https://phemex.com/es/academy/pump-and-dump-manipulacion-del-mercado-en-criptomonedas#:~:text=Pump%20and%20Dump%3A%20Manipulaci%C3%B3n%20del%20mercado%20en%20criptomonedas,aumento%20del%20precio%20%28bombeo%29%20y%2C%20posteriormente%2C%20venderlo%20%28dumping%29>

*Precio de Ripple*. (n.d.). BTCDirect. <https://btcdirect.eu/es-es/precio-ripple> (Último acceso en 2023, 09 julio)

Programa De Las Naciones Unidas Para El Desarrollo. (n.d.). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. <https://www.undp.org/es/sustainable-development-goals>

*Pronóstico de Criptomonedas: ¿Buen momento de invertir?* (2023, 07 abril). Invertiren bolsa.mx. <https://www.invertiren bolsa.mx/mercados-trading/criptomonedas/pronostico/>

*¿Qué es la tecnología Blockchain?* (n.d.). IBM. <https://www.ibm.com/es-es/topics/what-is-blockchain> (Último acceso en 2023, 09 julio)

*¿Qué hace subir o bajar el precio de las criptomonedas?* (2020, 13 mayo). AmberesCoin. <https://blog.amberescoin.com/index.php/que-hace-subir-o-bajar-el-precio-de-las-criptomonedas/> (Último acceso en 2022, 23 enero)

Regal, A., Morzán, J., Fabbri, C., Herrera, G., Yaulli, G., Palomino, A., & Gil, C. (2019). *Proyección del precio de criptomonedas basado en Tweets empleando LSTM*. Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, 27(4), p.696-706. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052019000400696>

Regueira, M. (2022, 14 marzo). *¿Las criptomonedas contaminan? ¿Cuánto hay de cierto?* El Grupo Informático. <https://www.elgrupoinformatico.com/noticias/criptomonedas-contaminan-t83099.html> (Último acceso en 2022, 22 mayo)

Ruiz C. (2022). *Origen, historia y evolución de las criptomonedas*. CCM. <https://es.ccm.net/faq/53222-breve-historia-de-las-criptomonedas>

## Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética

Sanchez, C. (2019, October 20). *Cómo afecta el Brexit al Bitcoin*. Criptogaceta. <https://criptogaceta.com/finanzas/como-afecta-el-brexit-al-bitcoin/#:~:text=Un%20Brexit%20sin%20acuerdo%20no%20tan%20solo%20debilitar%C3%ADa,cuenta%20como%20principales%20aliados%20a%20los%20pa%C3%ADses%20europeos>

Sole, R. (2022, 02 mayo). *¿Cuándo eliminará Ethereum la minería PoW definitivamente?* HardZone. <https://hardzone.es/noticias/equipos/cuando-eliminara-ethereum-la-mineria-pow-definitivamente/>

*Predicción del precio del Ethereum (ETH) para 2022 – 2030* (2022). StormGain. <https://stormgain.com/es-es/blog/tron-trx-price-prediction>

*Support Center - Kraken*. (n.d.). Kraken. <https://support.kraken.com/hc/en-us/articles/360047124832-Downloadable-histo> (Último acceso en 2023, 09 julio)

Telmo, S. (2021). *Criptomonedas como medio de pago*. San Telmo Abogados. <https://abogadossantelmo.com/criptomonedas-como-medio-de-pago/#:~:text=Las%20criptomonedas%20se%20han%20convertido%20en%20un%20elemento,futuro%20como%20un%20m%C3%A9todo%20habitual%20est%C3%A1%20por%20definir>

Tran, S. (2021, November 22). *Cardano Análisis: Por qué dos próximos eventos podrían impulsar a ADA a visitar máximos históricos*. FXStreet. <https://www.fxstreet.es/analysis/cardano-analisis-por-que-dos-proximos-eventos-podrian-impulsar-a-ada-a-visitar-maximos-historicos-202111221233>

Velásquez, J.C., Ossa, J.F. (2021). *¿por qué sube el precio del Bitcoin?* Bancolombia. <https://www.bancolombia.com/wps/portal/empresas/capital-inteligente/tendencias/tendencias-globales/por-que-sube-precio-bitcoin>

*View of Day of the Week Effect in Cryptocurrencies' Returns and Volatility*. (Caporale, G.). <https://rijbr.in/1/article/view/221/192> (Último acceso en 2023, 09 julio)

*View of The Forecasting of Cryptocurrency Price by Correlation and Regression Analysis*. (Zang et al.). <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/jkbu/article/view/130214/99142> (Último acceso en 2023, 09 julio)

Xesús, P. L. (2017, 01 julio). *Las criptomonedas: consideraciones generales y empleo de las criptomonedas como instrumento de blanqueo de capitales en la Unión Europea y en España*. E-spacio. <http://e-spacio.uned.es/fez/view/bibliuned:revistaDerechoPenalyCriminologia-2017-18-7030>

Yahoo Finance (n.d.). *Bitcoin – USD*. <https://finance.yahoo.com/quote/BTC-USD?guccounter=1> (Último acceso 2023, 09 julio)

## **ANEXO 1: Relación del trabajo de fin de grado con los ODS**

Los 17 objetivos de desarrollo sostenible se adoptaron por la Organización de Naciones Unidas con el objetivo de cumplir distintas metas, “poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que para el 2030, todo el mundo disfrute de paz y prosperidad” (pnud).

En este trabajo se ha comentado la importancia del coste energético en el que se incurre en la compra de criptomonedas y es por ello por lo que este TFG está relacionado con el ODS 13: Acción por el clima y el ODS 9: Industria, innovación e infraestructura.

Por una parte, las metas del objetivo 9 objetivo son, el acceso a electricidad para todo el mundo, y en el trabajo se cita que, si se hace excesiva compra de criptomonedas, el gasto de energía es muy grande, por lo que se debería reducir para que más gente pueda tener accesibilidad a la electricidad, ya que es un recurso limitado, de este modo disminuiríamos la posibilidad de que hubiera una crisis energética.

Por otra parte, las metas del objetivo 13 son la reducción del cambio climático y el cuidado del medio ambiente. El lado positivo de las criptomonedas es que mientras se está invirtiendo online, no se está creando dinero físico, sino que se paga todo online, de este modo se está reduciendo el uso del papel y con ello la tala de árboles.

## **ANEXO 2: Comandos de R**

```
library(dplyr)
```

```
eth.usd <- read.csv("eth.csv", header = TRUE, sep = ";", quote = "\"", dec = ",",  
  fill = TRUE, comment.char = "", encoding = "unknown")
```

```
xbt.usd <- read.csv("xbt.csv", header = TRUE, sep = ";", quote = "\"", dec = ",",  
  fill = TRUE, comment.char = "", encoding = "unknown")
```

```
xrp.usd <- read.csv("xrp.csv", header = TRUE, sep = ";", quote = "\"", dec = ",",  
  fill = TRUE, comment.char = "", encoding = "unknown")
```

```
car.usd <- read.csv("car.csv", header = TRUE, sep = ";", quote = "\"", dec = ",",  
  fill = TRUE, comment.char = "", encoding = "unknown")
```

```
ltc.usd <- read.csv("ltc.csv", header = TRUE, sep = ";", quote = "\"", dec = ",",  
  fill = TRUE, comment.char = "", encoding = "unknown")
```

```
trx.usd <- read.csv("trx.csv", header = TRUE, sep = ";", quote = "\"", dec = ",",  
  fill = TRUE, comment.char = "", encoding = "unknown")
```

```
eth.usd$Date <- as.Date(eth.usd$Date, format="%d/%m/%Y")
```

```
xbt.usd$Date <- as.Date(xbt.usd$Date, format="%d/%m/%Y")
```

```
xrp.usd$Date <- as.Date(xrp.usd$Date, format="%d/%m/%Y")
```

```
car.usd$Date <- as.Date(car.usd$Date, format="%d/%m/%Y")
```

```
trx.usd$Date <- as.Date(trx.usd$Date, format="%d/%m/%Y")
```

```
ltc.usd$Date <- as.Date(ltc.usd$Date, format="%d/%m/%Y")
```

```
eth.usd <- eth.usd %>% mutate(Return = c(NA, 100*diff(log(Close), lag = 1)))
```

```
xrp.usd <- xrp.usd %>% mutate(Return = c(NA, 100*diff(log(Close), lag = 1)))
```

```
car.usd <- car.usd %>% mutate(Return = c(NA, 100*diff(log(Close), lag = 1)))
```

```
ltc.usd <- ltc.usd %>% mutate(Return = c(NA, 100*diff(log(Close), lag = 1)))
```

## Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética

```
trx.usd <- trx.usd %>% mutate(Return = c(NA, 100*diff(log(Close), lag = 1)))  
xbt.usd <- xbt.usd %>% mutate(Return = c(NA, 100*diff(log(Close), lag = 1)))
```

```
summary(eth.usd$return)  
summary(xrp.usd$return)  
summary(xbt.usd$return)  
summary(car.usd$return)  
summary(trx.usd$return)  
summary(ltc.usd$return)
```

```
sd(eth.usd$return, na.rm = TRUE)  
sd(xrp.usd$return, na.rm = TRUE)  
sd(xbt.usd$return, na.rm = TRUE)  
sd(ltc.usd$return, na.rm = TRUE)  
sd(car.usd$return, na.rm = TRUE)  
sd(trx.usd$return, na.rm = TRUE)
```

```
#Cogemos el lag=1 porque tenemos en cuenta el rendimiento anterior  
xrp.usd2 <- xrp.usd %>% filter(Date>="2020-03-06" & Date<="2022-06-30")  
car.usd2 <- car.usd %>% filter(Date>="2020-03-06" & Date<="2022-06-30")  
trx.usd2 <- trx.usd %>% filter(Date>="2020-03-06" & Date<="2022-06-30")  
ltc.usd2 <- ltc.usd %>% filter(Date>="2020-03-06" & Date<="2022-06-30")
```

```
eth.usd2 <- eth.usd %>% filter(Date>="2015-08-08" & Date<="2022-06-30")  
xbt.usd2 <- xbt.usd %>% filter(Date>="2015-08-08" & Date<="2022-06-30")
```

```
eth.usd %>%  
  arrange(desc(Return)) %>%  
  slice(1:5)
```

## Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética

```
#Minimum returns for eth
```

```
eth.usd %>%
```

```
  arrange(Return) %>%
```

```
  slice(1:5)
```

```
#Maximum returns for ltc
```

```
xrp.usd %>%
```

```
  arrange(desc(Return)) %>%
```

```
  slice(1:5)
```

```
#Minimum returns for ltc
```

```
xrp.usd %>%
```

```
  arrange(Return) %>%
```

```
  slice(1:5)
```

```
#Maximum returns for xbt
```

```
xbt.usd %>%
```

```
  arrange(desc(Return)) %>%
```

```
  slice(1:5)
```

```
#Minimum returns for xbt
```

```
xbt.usd %>%
```

```
  arrange(Return) %>%
```

```
  slice(1:5)
```

```
#Correlación
```

```
cor1 <- c(eth.usd2$Return)
```

```
cor2 <- c(xbt.usd2$Return)
```

```
cor3 <- c(xbt.usd2$Date)
```

```
coin.reg <- data.frame(cor1, cor2, cor3)
```

```
colnames(coin.reg) <- c("ETH", "XBT", "Date" )
```

## Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética

```
cor4 <- c(xrp.usd2$Return)
cor5 <- c(car.usd2$Return)
cor6 <- c(trx.usd2$Return)
cor7 <- c(ltc.usd2$Return)
cor8 <- c(xrp.usd2$Date)
coin.reg2 <- data.frame(cor4, cor5, cor6, cor7, cor8)
colnames(coin.reg2) <- c("XRP", "CAR", "TRX", "LTC", "Date")
```

```
lm.car<-lm(CAR ~LTC, data=coin.reg2 )
```

```
summary(lm.car)
```

```
coin.corr2<- data.frame(cor4, cor5, cor6, cor7)
colnames(coin.corr2) <- c("Return Ripple", "Return Cardano", "Return Trox", "Return
Litecoin")
```

```
cor(coin.corr2, method = "spearman")
```

```
coin.corr<- data.frame(cor1, cor2)
colnames(coin.corr) <- c("Return Ethereum", "Return Bitcoin")
cor(coin.corr, method = "spearman")
```

```
library(ggplot2)
# Install ggcorrplot package
```

```
t.test(eth.usd$Return)
t.test(xbt.usd$Return)
t.test(xrp.usd$Return)
t.test(ltc.usd$Return)
```

## Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética

```
t.test(trx.usd$return)
```

```
t.test(car.usd$return)
```

```
modelo <- aov(cor1~cor2)
```

```
summary(modelo4)
```

```
modelo2 <- aov(cor5~cor6)
```

```
modelo3 <- aov(cor5~cor7)
```

```
modelo4 <- aov(cor6~cor7)
```

```
#Análisis mensual y semanal
```

```
n <- nrow(xbt.usd)
```

```
e <- nrow(eth.usd)
```

```
x <- nrow(xrp.usd)
```

```
c <- nrow(car.usd)
```

```
t <- nrow(trx.usd)
```

```
l <- nrow(ltc.usd)
```

```
xbt_ret <- ((xbt.usd[2:n, "Close"] - xbt.usd[1:(n-1), "Close"])/xbt.usd[1:(n-1), "Close"])
```

```
xbt.usd$return <- c(NA, xbt_ret)
```

```
xbt.usd$return_30 <- zoo::rollapply(xbt.usd$return, 30, function(x) prod(1+x)-1,  
fill=NA)*100
```

```
eth_ret <- ((eth.usd[2:n, "Close"] - eth.usd[1:(n-1), "Close"])/eth.usd[1:(n-1), "Close"])
```

```
eth.usd$return <- c(NA, eth_ret)
```

```
eth.usd$return_30 <- zoo::rollapply(eth.usd$return, 30, function(x) prod(1+x)-1,  
fill=NA)*100
```

```
xrp_ret <- ((xrp.usd[2:n, "Close"] - xrp.usd[1:(n-1), "Close"])/xrp.usd[1:(n-1), "Close"])
```

```
xrp.usd$return <- c(NA, xrp_ret)
```

```
xrp.usd$return_30 <- zoo::rollapply(xrp.usd$return, 30, function(x) prod(1+x)-1,  
fill=NA)*100
```

```
car_ret <- ((car.usd[2:n, "Close"] - car.usd[1:(n-1), "Close"])/car.usd[1:(n-1), "Close"])
```

## Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética

```
car.usd$return <- c(NA, car_ret)
car.usd$return_30 <- zoo::rollapply(car.usd$return, 30, function(x) prod(1+x)-1,
fill=NA)*100
trx_ret <- ((trx.usd[2:n, "Close"]- trx.usd[1:(n-1), "Close"])/trx.usd[1:(n-1), "Close"])
trx.usd$return <- c(NA, trx_ret)
trx.usd$return_30 <- zoo::rollapply(trx.usd$return, 30, function(x) prod(1+x)-1,
fill=NA)*100
ltc_ret <- ((ltc.usd[2:n, "Close"]- ltc.usd[1:(n-1), "Close"])/ltc.usd[1:(n-1), "Close"])
ltc.usd$return <- c(NA, ltc_ret)
ltc.usd$return_30 <- zoo::rollapply(ltc.usd$return, 30, function(x) prod(1+x)-1,
fill=NA)*100
```

```
xbt.usd$months <- months.Date(xbt.usd$date)
eth.usd$months <- months.Date(eth.usd$date)
xrp.usd$months <- months.Date(xrp.usd$date)
car.usd$months <- months.Date(car.usd$date)
trx.usd$months <- months.Date(trx.usd$date)
ltc.usd$months <- months.Date(ltc.usd$date)
```

```
xbt.usd$mth <- lubridate::month(xbt.usd$date, label=FALSE, abbr=TRUE,
Sys.getlocale("LC_TIME", "English")) #assigning a number to each weekday
eth.usd$mth <- lubridate::month(eth.usd$date, label=FALSE, abbr=TRUE,
Sys.getlocale("LC_TIME", "English")) #assigning a number to each weekday
xrp.usd$mth <- lubridate::month(xrp.usd$date, label=FALSE, abbr=TRUE,
Sys.getlocale("LC_TIME", "English")) #assigning a number to each weekday
car.usd$mth <- lubridate::month(car.usd$date, label=FALSE, abbr=TRUE,
Sys.getlocale("LC_TIME", "English")) #assigning a number to each weekday
trx.usd$mth <- lubridate::month(trx.usd$date, label=FALSE, abbr=TRUE,
Sys.getlocale("LC_TIME", "English")) #assigning a number to each weekday
ltc.usd$mth <- lubridate::month(ltc.usd$date, label=FALSE, abbr=TRUE,
Sys.getlocale("LC_TIME", "English")) #assigning a number to each weekday
```

## Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética

```
xbt.usd$mth <- as.factor(xbt.usd$mth) #weekdays are going to be used as dummy variables
```

```
eth.usd$mth <- as.factor(eth.usd$mth)
```

```
xrp.usd$mth <- as.factor(xrp.usd$mth)
```

```
car.usd$mth <- as.factor(car.usd$mth) #weekdays are going to be used as dummy variables
```

```
trx.usd$mth <- as.factor(trx.usd$mth)
```

```
ltc.usd$mth <- as.factor(ltc.usd$mth)
```

```
xbt.usd$Return_Clean <- sqrt((xbt.usd$Return)^2) #log returns will be calculated as "| |", i.e. without a minus sign
```

```
eth.usd$Return_Clean <- sqrt((eth.usd$Return)^2)
```

```
xrp.usd$Return_Clean <- sqrt((xrp.usd$Return)^2)
```

```
car.usd$Return_Clean <- sqrt((car.usd$Return)^2)
```

```
trx.usd$Return_Clean <- sqrt((trx.usd$Return)^2)
```

```
ltc.usd$Return_Clean <- sqrt((ltc.usd$Return)^2)
```

```
lm.months_B <- lm(Return_30 ~ mth, data = xbt.usd)
```

```
lm.months_E <- lm(Return_30 ~ mth, data = eth.usd)
```

```
lm.months_R <- lm(Return_30 ~ mth, data = xrp.usd)
```

```
lm.months_c <- lm(Return_30 ~ mth, data = car.usd)
```

```
lm.months_T <- lm(Return_30 ~ mth, data = trx.usd)
```

```
lm.months_L <- lm(Return_30 ~ mth, data = ltc.usd)
```

```
summary.lm(lm.months_B)
```

```
summary.lm(lm.months_E)
```

```
summary.lm(lm.months_R)
```

```
summary.lm(lm.months_c)
```

```
summary.lm(lm.months_T)
```

```
summary.lm(lm.months_L)
```

## Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética

```
modelo <- aov(Return_30~mth, data=xbt.usd)
```

```
summary(modelo)
```

```
#Análisis diario
```

```
Sys.setlocale("LC_TIME", "English")
```

```
xbt.usd$weekdays <- weekdays(xbt.usd$Date) #weekday variable
```

```
eth.usd$weekdays <- weekdays(eth.usd$Date)
```

```
xrp.usd$weekdays <- weekdays(xrp.usd$Date)
```

```
car.usd$weekdays <- weekdays(car.usd$Date) #weekday variable
```

```
trx.usd$weekdays <- weekdays(trx.usd$Date)
```

```
ltc.usd$weekdays <- weekdays(ltc.usd$Date)
```

```
xbt.usd$wdays <- lubridate::wday((xbt.usd$Date), week_start = 1) #assigning a  
number to each weekday
```

```
eth.usd$wdays <- lubridate::wday((eth.usd$Date), week_start = 1)
```

```
xrp.usd$wdays <- lubridate::wday((xrp.usd$Date), week_start = 1)
```

```
car.usd$wdays <- lubridate::wday((car.usd$Date), week_start = 1) #assigning a  
number to each weekday
```

```
trx.usd$wdays <- lubridate::wday((trx.usd$Date), week_start = 1)
```

```
ltc.usd$wdays <- lubridate::wday((ltc.usd$Date), week_start = 1)
```

```
xbt.usd$wdays <- as.factor(xbt.usd$wdays) #weekdays are going to be used as  
dummy variables
```

```
eth.usd$wdays <- as.factor(eth.usd$wdays) #we
```

```
xrp.usd$wdays <- as.factor(xrp.usd$wdays) #westr(xbt.usd$wdays)
```

```
car.usd$wdays <- as.factor(car.usd$wdays) #weekdays are going to be used as  
dummy variables
```

```
trx.usd$wdays <- as.factor(trx.usd$wdays) #we
```

```
ltc.usd$wdays <- as.factor(ltc.usd$wdays)
```

```
lm.weekdays <- lm(Return ~ wdays, data = xbt.usd)
```

## Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética

```
lm.weekdays1<- lm(Return ~ wdays, data = xrp.usd)
lm.weekdays2<- lm(Return ~ wdays, data = eth.usd)
lm.weekdays3 <- lm(Return ~ wdays, data = car.usd)
lm.weekdays4<- lm(Return ~ wdays, data = trx.usd)
lm.weekdays5<- lm(Return ~ wdays, data = ltc.usd)
```

```
summary.lm(lm.weekdays)
summary.lm(lm.weekdays1)
summary.lm(lm.weekdays2)
summary.lm(lm.weekdays3)
summary.lm(lm.weekdays4)
summary.lm(lm.weekdays5)
```

```
modelo1 <- aov(Return~wdays, data=xbt.usd)
summary(modelo1)
```

```
library(lubridate)
xbt.usd$years <- year(xbt.usd$Date)
eth.usd$years <- year(eth.usd$Date)
xrp.usd$years <- year(xrp.usd$Date)
car.usd$years <- year(car.usd$Date)
trx.usd$years <- year(trx.usd$Date)
ltc.usd$years <- year(ltc.usd$Date)
```

```
xbt.usd <-xbt.usd%>%mutate(wk = format(Date, "%W"))#assigning a number to each
weekday
```

```
eth.usd <-eth.usd%>%mutate(wk = format(Date, "%W"))
xrp.usd <-xrp.usd%>%mutate(wk = format(Date, "%W"))
```

```
xbt.usd <-xbt.usd%>%mutate(wk = format(Date, "%W"))#assigning a number to each
weekday
```

```
eth.usd <-eth.usd%>%mutate(wk = format(Date, "%W"))
xrp.usd <-xrp.usd%>%mutate(wk = format(Date, "%W"))
```

## Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética

```
days_of_the_week <- c("Monday", "Tuesday", "Wednesday", "Thursday", "Friday",  
"Saturday", "Sunday") #create new vector as reference for the bar plot
```

```
xbt.usd2$months <- factor(xbt.usd2$months, months_of_the_year)
```

```
months_of_the_year <- c("January", "February", "March", "April", "May", "June",  
"July", "August", "September", "October", "November", "December")
```

```
Calendar <- xbt.usd2%>%dplyr::select(years, months, weekdays, wdays, wk, 5 ,  
Return_30) %>%
```

```
ggplot(aes(x= wk, y= factor(weekdays,days_of_the_week), fill=Return_30)) +
```

```
geom_tile(color='black') +
```

```
geom_text(aes(label=wdays), size=2) +
```

```
labs(x=",
```

```
  y=",
```

```
  title="Calendar Heatmap Bitcoin") +
```

```
scale_fill_distiller(type="div"
```

```
  ,palette=2
```

```
  ,na.value = 'yellow'
```

```
  ,limits=c(0, max(xbt.usd2$Return_30))
```

```
  ,labels=
```

```
  ,direction=1
```

```
) +
```

```
theme(panel.background = element_blank(),
```

```
  axis.ticks = element_blank(),
```

```
  axis.text.x = element_blank(),
```

```
  strip.background = element_rect("grey92")
```

```
) +
```

```
facet_grid(years~months, scales="free", space="free")
```

```
ggsave("calendarheatmap30.pdf", width = 10, height = 6)
```

## Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética

```
#Candlesticks plot
```

```
xbt.candle <- tq_get("BTC-USD", get = "stock.prices", from = "2021-12-01", to =  
"2022-05-31")  
  
Sys.setlocale("LC_TIME", "en_US")  
  
Candlestick <- xbt.candle %>%  
  ggplot(aes(x = date, y = close)) +  
  geom_candlestick(aes(open = open, high = high, low = low, close = close), fill_down  
= "red",  
    fill_up = "turquoise", colour_up = "black", colour_down = "black") +  
  scale_x_date(date_breaks = "1 week", date_labels = "%b-%d") +  
  scale_y_continuous(limits = c(34000, 49000), position = "right", breaks=c(34000,  
35000,36000,  
37000, 38000, 39000, 40000, 41000,  
42000, 43000, 44000, 45000, 46000, 47000, 48000, 49000),  
    labels=function(x) format(x, big.mark = ",", scientific = FALSE)) +  
  geom_ma(ma_fun = EMA, n = 7, linetype = 1, size = 1, show.legend = TRUE) +  
  geom_ma(ma_fun = EMA, n = 14, linetype = 1, size = 1, color = "darkgreen") +  
  geom_ma(ma_fun = EMA, n = 21, linetype = 1, size = 1, color = "grey") +  
  labs(title = "Bitcoin-USD Candlestick Chart with Exponential Moving Averages", y =  
"", x = "") +  
  coord_x_date(xlim = c("2022-02-01", "2022-04-30")) +  
  theme_light() +  
  theme(text = element_text(size = 12)) +  
  theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5)) +  
  geom_rect(inherit.aes=FALSE, aes(xmin=as.Date("Apr-18", format = "%b-%d"),  
    xmax=as.Date("Apr-22", format = "%b-%d"), ymin=40000,  
ymax=43000), color="orange",  
    fill=NA, linetype = "dashed", size = 1.2) +  
  geom_rect(inherit.aes=FALSE, aes(xmin=as.Date("Mar-19", format = "%b-%d"),  
    xmax=as.Date("Mar-23", format = "%b-%d"), ymin=40500,  
ymax=43300), color="orange",  
    fill=NA, linetype = "dashed", size = 1.2) +
```

## Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética

```
geom_rect(inherit.aes=FALSE, aes(xmin=as.Date("Feb-02", format = "%b-%d"),
                                xmax=as.Date("Feb-04", format = "%b-%d"), ymin=36300,
                                ymax=37300), color="orange",
          fill=NA, linetype = "dashed", size = 1.2) +
geom_rect(inherit.aes=FALSE, aes(xmin=as.Date("Apr-23", format = "%b-%d"),
                                xmax=as.Date("Apr-25", format = "%b-%d"), ymin=39200,
                                ymax=40000), color="orange",
          fill=NA, linetype = "dashed", size = 1.2) +
geom_rect(inherit.aes=FALSE, aes(xmin=as.Date("Mar-15", format = "%b-%d"),
                                xmax=as.Date("Mar-17", format = "%b-%d"), ymin=39500,
                                ymax=40200), color="orange",
          fill=NA, linetype = "dashed", size = 1.2) +
geom_segment(aes(x = as.Date("Mar-14", format = "%b-%d"), y = 41500,
                 xend = as.Date("Mar-25", format = "%b-%d"), yend = 47000),
             arrow = arrow(length = unit(0.2, "cm")), size = 1.2) +
geom_segment(aes(x = as.Date("Apr-05", format = "%b-%d"), y = 47500,
                 xend = as.Date("Apr-25", format = "%b-%d"), yend = 43000),
             arrow = arrow(length = unit(0.2, "cm")), size = 1.2) +
geom_label(label="Hammer", x=as.Date("Feb-03", format = "%b-%d"), y=36000,
           label.padding = unit(0.50, "lines"),
           label.size = 0.10, color = "black", fill="orange") +
geom_label(label="La EMA de 7 días corta por abajo", x=as.Date("Mar-23", format = "%b-%d"), y=39500,
           label.padding = unit(0.50, "lines"), label.size = 0.10, color = "black",
           fill="orange") +
geom_label(label="Morning Star", x=as.Date("Mar-26", format = "%b-%d"), y=40500,
           label.padding = unit(0.50, "lines"), label.size = 0.10, color = "black",
           fill="orange") +
geom_label(label="Doji", x=as.Date("Apr-23", format = "%b-%d"), y=38900,
           label.padding = unit(0.50, "lines"), label.size = 0.10, color = "black",
           fill="orange") +
geom_label(label="Evening Star", x=as.Date("Apr-25", format = "%b-%d"), y=42000,
           label.padding = unit(0.50, "lines"), label.size = 0.10, color = "black",
           fill="orange") +
```

## Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética

```
geom_label(label="Uptrend", x=as.Date("Mar-18", format = "%b-%d"), y=45000,
           label.padding = unit(0.50, "lines"), label.size = 0.10, color = "black",
fill="orange") +
geom_label(label="Downtrend", x=as.Date("Apr-18", format = "%b-%d"), y=45500,
           label.padding = unit(0.50, "lines"), label.size = 0.10, color = "black",
fill="orange")
ggsave("Candlestick.pdf", width = 10, height = 6)
```

```
##Win rate
```

```
n1 <- nrow(xbt.usd)
```

```
n2 <- nrow(eth.usd)
```

```
n3 <- nrow(xrp.usd)
```

```
n4<-nrow(car.usd)
```

```
n5<-nrow(trx.usd)
```

```
n6<-nrow(ltc.usd)
```

```
#Calculate the 30-day-rolling-returns
```

```
xbt_ret <- ((xbt.usd[31:n1, "Close"]) / (xbt.usd[1:(n1-30), "Close"]) - 1) *100
```

```
eth_ret <- ((eth.usd[31:n2, "Close"]) / (eth.usd[1:(n2-30), "Close"]) - 1) *100
```

```
xrp_ret <- ((xrp.usd[31:n3, "Close"]) / (xrp.usd[1:(n3-30), "Close"]) - 1) *100
```

```
car_ret <- ((car.usd[31:n1, "Close"]) / (car.usd[1:(n1-30), "Close"]) - 1) *100
```

```
trx_ret <- ((trx.usd[31:n2, "Close"]) / (trx.usd[1:(n2-30), "Close"]) - 1) *100
```

```
ltc_ret <- ((ltc.usd[31:n3, "Close"]) / (ltc.usd[1:(n3-30), "Close"]) - 1) *100
```

```
#Add the rolling returns to the data frame
```

```
xbt.usd$Return_30 <- c(replicate(30, NA), xbt_ret)
```

```
eth.usd$Return_30 <- c(replicate(30, NA), eth_ret)
```

```
xrp.usd$Return_30 <- c(replicate(30, NA), xrp_ret)
```

```
car.usd$Return_30 <- c(replicate(30, NA), car_ret)
```

```
trx.usd$Return_30 <- c(replicate(30, NA), trx_ret)
```

## Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética

```
ltc.usd$return_30 <- c(replicate(30, NA), ltc_ret)
```

```
Sys.setlocale("LC_TIME", "en_US") #set weekdays in English
```

```
#I used values with 0 and 1 to calculate the win rate
```

```
xbt.usd$candle <- as.numeric(xbt.usd$return_30 > 0)
```

```
eth.usd$candle <- as.numeric(eth.usd$return_30 > 0)
```

```
xrp.usd$candle <- as.numeric(xrp.usd$return_30 > 0)
```

```
car.usd$candle <- as.numeric(car.usd$return_30 > 0)
```

```
trx.usd$candle <- as.numeric(trx.usd$return_30 > 0)
```

```
ltc.usd$candle <- as.numeric(ltc.usd$return_30 > 0)
```

```
xbt.usd$month <- months.Date(xbt.usd$date) #new column displaying months
```

```
eth.usd$month <- months.Date(eth.usd$date)
```

```
xrp.usd$month <- months.Date(xrp.usd$date)
```

```
car.usd$month <- months.Date(car.usd$date) #new column displaying months
```

```
trx.usd$month <- months.Date(trx.usd$date)
```

```
ltc.usd$month <- months.Date(ltc.usd$date)
```

```
#####
```

```
##### (1) Bullish Win Rate #####
```

```
#####
```

```
##### Months #####
```

```
library(tidyr)
```

```
install.packages("tidyverse")
```

```
length(xbt.usd2)
```

```
length(xrp.usd2)
```

## Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética

```
length(eth.usd2)
#Remove 2018-01-12 for Bitcoin
xbt.usd2 <- xbt.usd2[-104,]

xrp.usd2 <- xrp.usd %>% filter(Date>=("2020-03-06") & Date<=("2022-06-30"))
car.usd2 <- car.usd %>% filter(Date>=("2020-03-06") & Date<=("2022-06-30"))
trx.usd2 <- trx.usd %>% filter(Date>=("2020-03-06") & Date<=("2022-06-30"))
ltc.usd2 <- ltc.usd %>% filter(Date>=("2020-03-06") & Date<=("2022-06-30"))

eth.usd2 <- eth.usd %>% filter(Date>=("2015-08-08") & Date<=("2022-06-30"))
xbt.usd2 <- xbt.usd %>% filter(Date>=("2015-08-08") & Date<=("2022-06-30"))

#Create a new data frame
bullish_month <- data.frame(xbt.usd2$Date, xbt.usd2$month, xbt.usd2$candle,
eth.usd2$candle )

colnames(bullish_month) <- c("Date", "month", "Bitcoin", "Ethereum")

bullish_month1 <- data.frame(xrp.usd2$Date, xrp.usd2$month, car.usd2$candle,
xrp.usd2$candle, trx.usd2$candle, ltc.usd2$candle)

colnames(bullish_month1) <- c("Date", "month", "Cardano", "Ripple", "Tron",
"Litecoin")

#Transform to long format
bullish_month_long <- bullish_month %>%
  select(month, Bitcoin, Ethereum) %>%
  pivot_longer(cols=c("Bitcoin","Ethereum"),
              names_to="Currency",
              values_to="Performance")
```

## Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética

```
bullish_month_long1 <- bullish_month1 %>%
  select(month, Cardano, Ripple, Tron, Litecoin) %>%
  pivot_longer(cols=c("Cardano","Ripple", "Tron", "Litecoin"),
               names_to="Currency",
               values_to="Performance")

month_of_the_year <- c("January", "February", "March", "April", "May", "June", "July",
"August", "September", "October", "November", "December")

#Bar plot

bullish_month_long %>% group_by(month, Currency) %>% summarise(me =
mean(Performance) * 100) %>% ggplot(aes(x = factor(month, month_of_the_year), y = me,
fill = Currency)) +
  geom_col(position="dodge", width = 0.3, show.legend=TRUE) +
  geom_hline(yintercept = 50, linetype = "dashed", color = "red") +
  theme_light() +
  labs(title = "Monthly Win Rate by main cryptocurrencies", x = "", y = "Win Rate (in
%)") +
  theme(text = element_text(size = 12)) +
  theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5)) +
  scale_y_continuous(limits = c(0, 100), expand = c(0,0), breaks = c(0, 20, 40, 60, 80,
100)) +
  scale_x_discrete(labels=c("January" = "Jan", "February" = "Feb", "March" =
"Mar", "April" = "Apr", "May" = "May", "June" = "Jun", "July" = "Jul", "August" = "Aug",
"September" = "Sep",
"October" = "Oct", "November" = "Nov", "December" = "Dec")) +
  scale_fill_manual(values = c("Bitcoin" = "goldenrod3", "Ethereum" = "gray71"))
library(ggplot2)

bullish_month_long1 %>% group_by(month, Currency) %>% summarise(me =
mean(Performance) * 100) %>% ggplot(aes(x = factor(month, month_of_the_year), y = me,
fill = Currency)) +
  geom_col(position="dodge", width = 0.3, show.legend=TRUE) +
  geom_hline(yintercept = 50, linetype = "dashed", color = "red") +
```

## Análisis de las criptomonedas y su implicación en la crisis energética

```
theme_light() +
labs(title = "Monthly Win Rate by main cryptocurrencies", x = "", y = "Win Rate (in
%)" ) +
theme(text = element_text(size = 12)) +
theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5)) +
scale_y_continuous(limits = c(0, 100), expand = c(0,0), breaks = c(0, 20, 40, 60, 80,
100)) +
scale_x_discrete(labels=c("January" = "Jan", "February" = "Feb", "March" =
"Mar", "April" = "Apr", "May" = "May", "June" = "Jun", "July" = "Jul", "August" = "Aug",
"September" = "Sep",
"October" = "Oct", "November" = "Nov", "December" = "Dec")) +
scale_fill_manual(values = c("Cardano" = "goldenrod3", "Ripple" = "gray71", "Tron"
= "skyblue3", "Litecoin"="pink"))
library(ggplot2)
```