ESTRUCTURACIÓN DE UN ÍNDICE BURSÁTIL BASADO EN CRIPTOMONEDAS

PROYECTO DE GRADO

DANIEL CAMILO VELASQUEZ JORDAN
JOSE GIOVANNY OCORÓ RODRÍGUEZ

LUIS GUILLERMO HERRERA

FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y ECONÓMICAS
ECONOMÍA Y NEGOCIOS INTERNACIONALES - FINANZAS
ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS - FINANZAS[1]
SANTIAGO DE CALI
2022

ESTRUCTURACIÓN DE UN ÍNDICE BURSÁTIL BASADO EN CRIPTOMONEDAS

AUTOR(ES)
DANIEL CAMILO VELASQUEZ JORDAN
JOSE GIOVANNY OCORÓ RODRÍGUEZ

DIRECTOR DEL PROYECTO
LUIS GUILLERMO HERRERA

FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y ECONÓMICAS
ECONOMÍA Y NEGOCIOS INTERNACIONALES - FINANZAS
ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS - FINANZAS[2]
SANTIAGO DE CALI
2022

[2] Los nombres de los Programas deberán ir en el mismo orden que se enunciaron los nombres de los autores del proyecto en caso que sean de Programas diferentes.

TABLA DE CONTENIDO

pág.

1. Resumen **6**

1.1 Palabras Claves *6*

2. Abstract **6**

2.1. Key Words *7*

2. Introducción **7**

2.1 Justificación del Proyecto *7*

2.2 Planteamiento del Problema *8*

2.3 Formulación del Problema *9*

2.4 Objetivo General *9*

2.5 Objetivos Específicos *9*

3. Antecedentes **10**

3.1 Marco Conceptual *10*

3.2 Marco Teórico *13*

4. Metodología **22**

4.1 Tipo de Estudio *22*

4.2 Método *22*

4.3 Variables *23*

4.4 Variables de Entrada *24*

4.5 Variables de Salida *28*

4.6 Muestra y Ventanas de Estimación *28*

4.7 Herramientas y Técnicas *28*

4.8 Fuentes de Información *29*

5. Presentación de los Resultados **30**

6. Análisis de Resultados **33**

7. Conclusiones **34**

8. Bibliografía **35**

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. ..... **30**
Tabla 2. ..... **32**

LISTA DE FIGURAS

Ilustración 1. ..... **31**
Ilustración 2. ..... **31**
Ilustración 3. ..... **33**

1. Resumen

El presente estudio pretende proponer un índice basado en criptodivisas, considerando datos históricos del mercado de criptodivisas. El estudio encontró un índice diversificado que replica adecuadamente el comportamiento del mercado de criptomonedas. Este índice proporciona una herramienta financiera para los inversores que buscan diversificar su cartera en criptomonedas. Es una nueva alternativa de estudio de inversión para los inversores en criptodivisas ya que proporciona una perspectiva global del mercado para que los inversores puedan tomar decisiones estratégicas e informadas teniendo en cuenta los factores más relevantes para la toma de decisiones financieras como son la rentabilidad, el riesgo, la liquidez del mercado y la correlación entre activos.

1.1 Palabras Claves

Criptomonedas, índice bursátil, Finanzas cuantitativas.

2. Abstract

The present study aims to propose an index based on cryptocurrencies, considering historical data of the cryptocurrency market. The study found a diversified index that adequately replicates the behavior of the cryptocurrency market. This index provides a financial tool for investors seeking to diversify their portfolio in cryptocurrencies. It is a new investment research alternative for cryptocurrency investors as it provides a global perspective of the market so that investors can make strategic and informed decisions considering the most relevant factors for financial decision making such as profitability, risk, market liquidity and correlation between assets.

2.1. Key Words

Cryptocurrencies, Stock Market index, Quantitative finances.

2. Introducción

En los recientes años, las finanzas han experimentado un gran crecimiento en el ámbito tecnológico, fruto de diferentes innovaciones como en este caso lo han sido las criptomonedas. Dia a día la comunidad de inversores en este nuevo mercado ha ido creciendo, pues según el informe Crypto Market Sizing Report 2022, en el anterior año, se registró un incremento del 39% en el número de personas que poseen criptomonedas a nivel global. La cifra de propietarios pasó de 306 millones en enero a 425 millones en diciembre (Crypto.com, 2023). Teniendo en cuenta lo anterior, se ha evidenciado que el mercado cripto aún sigue en desarrollo y aun no cuenta con la profundidad como la tienen los mercados financieros tradicionales. Esto se traduce en que, para los inversores, hay un número limitado de herramientas para observar el panorama general de este mercado digital emergente y, asimismo, tomar decisiones de inversión informadas y estratégicas. Con lo anterior en mente, el presente proyecto busca brindar una propuesta que facilite la toma de decisiones financieras para aquellos inversionistas interesados en participar en el mercado de criptomonedas.

2.1 Justificación del Proyecto

Debido a que existe un desarrollo muy limitado sobre la estructuración de índices basados en criptomonedas, se busca facilitar el conocimiento en el campo de estos activos partiendo de una propuesta que busque satisfacer el problema de la poca disponibilidad de información que permita observar el comportamiento del mercado de criptomonedas en general teniendo en cuenta

diferentes criterios, los cuales los inversores en criptodivisas consideran relevantes a la hora de una inversión.

Este proyecto busca facilitar la toma de decisiones que llevan a cabo inversionistas de este novedoso sector de las criptodivisas, teniendo en cuenta un índice que cumpla su función de referencia basándose en las principales criptomonedas que operan en el mercado. Este será un estudio de carácter singular, teniendo en cuenta la poca cantidad de índices bursátiles existentes en torno a las criptomonedas.

2.2 Planteamiento del Problema

El sector de las criptomonedas se ha presentado como una nueva alternativa de inversión a los activos tradicionales. Si bien es una tecnología relativamente nueva y desconocida, está tomando cada día mayor fuerza e importancia.

Actualmente, el ecosistema de las criptodivisas cuenta con una capitalización de mercado de 1,06 trillones de dólares (CoinMarketCap, 2022). Sin embargo, a pesar de ser un ecosistema tan grande y con tanta proyección de crecimiento, carece de herramientas de inversión globales como lo pueden ser los índices bursátiles. Sumado a esto, una característica fundamental que tiene este mercado es su volatilidad, lo cual hace que la toma de decisiones por parte de los inversores sea más difícil.

Ante esta problemática, han sido pocas las propuestas de índices basados en las criptodivisas, una de ellas es el índice Royalton CRIX, el cual toma de referencia el índice de mercado total (TMI) de las criptomonedas, tomando un mínimo de 5 criptodivisas líquidas, las cuales son rastreadas si cumplen con el hecho de que sean verificables como invertibles, dejando

más de 500 criptomonedas en el mercado total y excluyendo las monedas vinculadas a activos no criptográficos (S&P Dow Jones Indices, 2022).

Por todo lo anterior, el poco conocimiento de este emergente mercado y la poca disponibilidad de herramientas para determinar acciones financieras sobre este entorno, hace que sea necesario la estructuración de un índice bursátil para servir como soporte a la toma de decisiones de inversionistas que actúan en nuevo ecosistema de las criptodivisas y que ayuden con la expansión de este mercado.

2.3 Formulación del Problema

Dada la anterior problemática, la pregunta-problema que surge como inicio de este proyecto es la siguiente: ¿Cómo se puede estructurar un índice de criptomonedas que sirva de referencia en la toma de decisiones por parte de los inversionistas de este ecosistema?

2.4 Objetivo General

Proponer un índice basado en criptomonedas.

2.5 Objetivos Específicos

1. Identificar las variables relevantes que deben tener en cuenta para la estructuración de un índice.

2. Realizar un Benchmarking con índices accionarios y específicamente con el índice Royalton CRIX, el cual está basado en criptomonedas.

3. Identificar y anexar al índice las criptomonedas más importantes del mercado y que generan mayor capitalización del mercado.

4. Establecer la base de cálculo para estimar el valor del índice.

3. Antecedentes

3.1 Marco Conceptual

Los mercados financieros son espacios tanto físicos como virtuales donde se llevan a cabo transacciones de compra y venta de activos financieros. Estos mercados brindan la oportunidad de interactuar y realizar intercambios de diversos instrumentos financieros. Su función principal es fomentar la competencia libre, estableciendo una conexión entre la oferta y la demanda de bienes y servicios dentro del mercado (Southern New Hampshire University, 2022). En los últimos años, la intervención de la tecnología ha dado paso a los denominados mercados financieros nuevos aplicados, que hacen uso de modelos de negocio, nuevas tecnologías o enfoques innovadores en el ámbito financiero. Estas alternativas surgen como resultado de avances tecnológicos, como la digitalización, la blockchain y/o la inteligencia artificial, cuyo objetivo es mejorar la eficiencia, transparencia y accesibilidad en la intermediación financiera.

Uno de esos avances tecnológicos son las criptomonedas, consideradas activos digitales y utilizadas como formas de intercambio asimilándose al dinero tradicional. Estos activos se caracterizan por ser protegidos a través del uso de la criptografía, su valor se establece a través de las transacciones y, como consecuencia, tienden a ser volátiles. Sin embargo, su principal diferencia con las monedas tradicionales es que no son controladas por ninguna autoridad central y ninguna organización establece el valor de la criptomoneda o emite nuevas criptomonedas en el mercado, permitiendo que estos activos digitales sean descentralizados y ofrezcan una forma de intercambio independiente del control estatal. (Tredinnick, 2019).

Respecto al Blockchain, o en español, la Cadena de Bloques, se le considera como un tipo de Tecnología de Contabilidad Distribuida (DLT en inglés), que es una forma de registrar y compartir datos a través de diferentes almacenes de datos, donde cada uno de estos almacenes contiene exactamente los mismos datos y son mantenidos y controlados de forma colectiva por una red distribuida de servidores informáticos, llamados nodos. Adicionalmente, la cadena de bloques emplea un método de encriptación conocido como la criptografía, la cual usa un conjunto de algoritmos matemáticos para crear y verificar una estructura de datos que crece continuamente, en la que solo se le pueden agregar datos y no se pueden eliminar los existentes, dando origen al conocido término de Cadena de Bloques (Houben & Snyers, 2018).

Los anteriores conceptos de Criptomonedas y Blockchain son parte de una nueva tendencia en las finanzas, denominadas Finanzas Descentralizadas (DeFi), que comprenden la prestación de servicios financieros a través de una combinación de infraestructura, mercados, tecnología, métodos y aplicaciones que no son dirigidas por una organización, entidad regulatoria o un banco central. Por otro lado, la prestación de servicios financieros descentralizados implica la participación de múltiples individuos, intermediarios y usuarios finales repartidos por diferentes jurisdicciones, con interacciones proveídas principalmente por la tecnología Zetzsche, (Zetzsche, Arner, & Buckley, 2020).

Un índice bursátil consiste en una herramienta financiera que permite recopilar datos de un grupo de empresas en un mercado, pudiendo pertenecer a diferentes industrias, esto con el fin de proporcionar información del panorama general del mercado y permitir a los inversores comparar los niveles de precios actuales con los precios históricos para calcular el rendimiento del mercado (Caplinger, 2022). Existen diferentes metodologías para calcular un índice,

mencionadas por David M. Smith & Kevin K. Yousif en su escrito de Passive Equity Investing (2022), las cuales pueden ser las siguientes:

- **Ponderación por medio de capitalización de mercado:** consiste en que la capitalización bursátil de un constituyente es su precio multiplicado por el número de acciones en circulación. El ponderado de cada constituyente del índice se calcula como su capitalización bursátil dividida por la suma de la capitalización bursátil de todos los constituyentes del índice.
- **Ponderación de la capitalización de mercado ajustada al free-float:** a diferencia de la metodología de capitalización de mercado, el índice se toma multiplicando el precio por el número de acciones disponibles en el mercado, es decir, excluyendo las acciones bloqueadas o que están en posesión de gobiernos, empresas afiliadas, fundadores y empleados.
- **Ponderación por el precio:** el ponderado de cada constituyente viene dado por la división entre el precio de la acción y la suma de todos los precios de las acciones que componen el índice.
- **Ponderación equivalente**: el ponderado de cada constituyente corresponde a 1/n, donde n es el número de constituyentes que componen el índice.
- **Ponderación basada en factores fundamentales:** el ponderado de las acciones constituyentes del índice está en función de los factores de riesgo que afectan el mercado en el que se desempeña el índice. Algunos factores comunes usados en este tipo de índices son: el Crecimiento, el Valor, el Tamaño, el Rendimiento, el Momento, Calidad y Volatilidad.

- **Ponderación basada en la volatilidad:** por medio de este método, los constituyentes de un índice se ponderan por la inversa de su volatilidad de precios relativa. La volatilidad de los precios es decisión de cada proveedor de índices, sin embargo, los métodos más comunes son la desviación estándar de los rendimientos de los precios de los últimos 252 días de negociación o la desviación estándar semanal de los rendimientos de los precios de las últimas 156 semanas.
- **Ponderación basada en la varianza mínima:** en este método, los constituyentes son ponderados mediante un proceso de optimización de la varianza media. En un índice de este tipo, los constituyentes más volátiles que están correlacionados negativamente con el resto del índice pueden tener un peso relativamente mayor.

La capitalización de mercado es el resultado de multiplicar el número de unidades en circulación de una moneda determinada por el valor de mercado de la criptomoneda (CMC Markets, s.f).

Benchmarking hace referencia a un método que consiste en realizar un análisis comparando diferentes indicadores que muestran el desempeño de un instrumento financiero determinado (Chen, 2022).

3.2 Marco Teórico

De acuerdo con la revisión de literatura y la búsqueda de fuentes de información existentes acerca de la estructuración de índices de criptomonedas, se han encontrado diferentes iniciativas por parte de empresas que prestan servicios financieros, especialmente compañías que figuran en el sector de Fintech. Los índices encontrados durante la investigación y que servirán de referencia para la estructuración del índice de este escrito son los siguientes:

- **Bloomberg Galaxy Crypto Index (BGCI), de Bloomberg Index Services Limited y Galaxy Digital Capital Management LP.**

Este índice lanzado en mayo 3 de 2018 es propiedad de Bloomberg, quien es el encargado de administrarlo y está asociado a Galaxy Digital Capital Management. Se diseñó con el fin de medir el rendimiento de las 12 mayores criptomonedas negociadas en USD. Su característica principal es que su ponderación está basada en la metodología de capitalización de mercado ajustada al free-float, la cual establece que las criptomonedas constituyentes están sujetas a unas restricciones de ponderación máxima de 40% (techo) y una mínima de 1% (piso). Además, los constituyentes del índice y sus pesos son actualizados mensualmente. La formulación del nivel del índice es la siguiente:

$$Index_t = \frac{\sum_{i=1}^{x} P_{i,t} * CS_{i,m} * CF_{i,m}}{D}$$

Donde,

$$Index_t = Nivel\ del\ índice\ en\ el\ día\ t$$

$P_{(i,t)}$ = Precio intradía de BGN o precio CFIX al final de la jornada para el constituyente i en el día t, expresado en criptomoneda por moneda índice (ejemplo: Bitcoin por USD).

$CS_{(i,m)}$ = Suministro circulante de la criptomoneda i en el mes m del año actual.

$CF_{(i,m)}$ = Factor de techo/piso para la criptomoneda i en el mes m del año actual.

D = Divisor del índice.

x = Número de constituyentes.

** BGN: Bloomberg Generic Price

** CFIX: Bloomberg Crypto Price Fixings

- **All Crypto Index, de CMC Markets.**

Este índice fue presentado el 31 de diciembre de 2018 por CMC Markets, una compañía británica de servicios financieros. El objetivo del índice era brindar una perspectiva global del mercado de criptomonedas. El valor establecido inicial era de $10.000.000. Se eligieron inicialmente 12 criptomonedas en función de su capitalización de mercado por un panel de expertos, incluyendo las criptomonedas mayores y las emergentes. Se decidió dar una ponderación de 60% para las criptomonedas mayores (que se distribuyó equitativamente entre cada una) y el 40% restante para las demás criptomonedas (distribuido equitativamente). Otra característica de este índice es que se revisa o rebalancea trimestralmente y, el valor del índice se calcula de la manera siguiente:

$$IV_{(0)} = \sum_{i=1}^{n} X_{(i,0)} * P_{(i,0)}$$

Donde,

$$IV(0) = Valor\ inicial\ del\ índice\ en\ t = 0$$

$$X_{(i,0)} = Número\ de\ unidades\ del\ componente\ i\ en\ el\ índice$$

$$P_{(i,0)} = Precio\ del\ componente\ i\ en\ t = 0$$

$$n = Número\ de\ componentes\ en\ el\ índice\ en\ t = 0$$

Por otro lado, el precio del índice se calcula de la siguiente forma:

$$IP_{(S)} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_{(i,t)} * P_{(i,s)}}{D_{(t)}}$$

Donde,

$$IP_{(S)} = Precio\ actual\ del\ índice\ en\ momento\ S$$

$$P_{(i,s)} = último\ precio\ bid\ o\ ask\ de\ componente\ i\ en\ momento\ S$$

$$n = \ Número\ de\ componentes\ en\ el\ índice\ tradeados\ en\ el\ día\ T$$

$$X_{(i,t)} = Número\ de\ unidades\ del\ componente\ i\ en\ el\ día\ T\ luego\ de\ reglas\ de\ suelo\ y\ techo$$

$$D_{(t)} = \ Divisor\ del\ índice\ en\ día\ T$$

- **Emerging Crypto Index, de CMC Markets.**

Este índice fue presentado el 31 de diciembre de 2018 por CMC Markets, una compañía británica de servicios financieros. Este índice estaba particularmente enfocado a criptomonedas emergentes, y a través de un equipo de expertos se eligieron las 7 criptomonedas emergentes de mayor capitalización de mercado. La ponderación se realiza en función de la capitalización de mercado. Además, se estableció un valor mínimo de 5% y un valor límite de 40%. Se establecía que los componentes del índice que superen el 40% de ponderación serán limitados a este valor, distribuyendo el excedente equitativamente entre los demás componentes. Para los componentes que están por debajo del 5% de ponderación, se les asignará este valor tomando de manera proporcional ponderaciones de otros componentes del índice. Este índice es rebalanceado trimestralmente y el valor del índice se calcula de la siguiente manera:

$$IV_{(0)} = \sum_{i=1}^{n} X_{(i,0)} * P_{(i,0)}$$

Donde,

$$IV(0) = Valor\ inicial\ del\ índice\ en\ t = 0$$

$$X_{(i,0)} = Número\ de\ unidades\ del\ componente\ i\ en\ el\ índice$$

$$P_{(i,0)} = Precio\ del\ componente\ i\ en\ t = 0$$

$$n = Número\ de\ componentes\ en\ el\ índice\ en\ t = 0$$

Por otra parte, el precio del índice se calcula de la siguiente forma:

$$IP_{(S)} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_{(i,t)} * P_{(i,s)}}{D_{(t)}}$$

Donde,

$$IP_{(S)} = Precio\ actual\ del\ índice\ en\ momento\ S$$

$$P_{(i,s)} = último\ precio\ bid\ o\ ask\ de\ componente\ i\ en\ momento\ S$$

$$n = Número\ de\ componentes\ en\ el\ índice\ tradeados\ en\ el\ día\ T$$

$$X_{(i,t)} = Número\ de\ unidades\ del\ componente\ i\ en\ el\ día\ T\ luego\ de\ reglas\ de\ suelo\ y\ techo$$

$$D_{(t)} = Divisor\ del\ índice\ en\ día\ T$$

- **Major Crypto Index, CMC Markets**

Este índice fue presentado el 31 de diciembre de 2018 por CMC Markets, una compañía británica de servicios financieros. Este índice estaba particularmente enfocado a criptomonedas alternativas, y a través de un equipo de expertos se eligieron las 5 criptomonedas de mayor capitalización de mercado. La ponderación se realiza en función de la capitalización de mercado. Además, se estableció un valor mínimo de 5% y un valor límite de 40%. Se establecía que los

componentes del índice que superen el 40% de ponderación serán limitados a este valor, distribuyendo el excedente equitativamente entre los demás componentes. Para los componentes que están por debajo del 5% de ponderación, se les asignará este valor tomando de manera proporcional ponderaciones de otros componentes del índice. El cálculo del valor del índice es el siguiente:

$$IV_{(0)} = \sum_{i=1}^{n} X_{(i,0)} * P_{(i,0)}$$

Donde,

$$IV(0) = Valor\ inicial\ del\ índice\ en\ t = 0$$

$$X_{(i,0)} = Número\ de\ unidades\ del\ componente\ i\ en\ el\ índice$$

$$P_{(i,0)} = Precio\ del\ componente\ i\ en\ t = 0$$

$$n = Número\ de\ componentes\ en\ el\ índice\ en\ t = 0$$

Por otro lado, el precio del índice se calcula asi:

$$IP_{(S)} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_{(i,t)} * P_{(i,s)}}{D_{(t)}}$$

Donde,

$$IP_{(S)} = Precio\ actual\ del\ índice\ en\ momento\ S$$

$$P_{(i,s)} = último\ precio\ bid\ o\ ask\ de\ componente\ i\ en\ momento\ S$$

$$n = Número\ de\ componentes\ en\ el\ índice\ tradeados\ en\ el\ día\ T$$

$$X_{(i,t)} = Número\ de\ unidades\ del\ componente\ i\ en\ el\ día\ T\ luego\ de\ reglas\ de\ suelo\ y\ techo$$

$$D_{(t)} = Divisor\ del\ índice\ en\ día\ T$$

- **Royalton Crix Crypto Index (CRIX), de S&P Dow Jones Indices**

Este índice fue calculado por S&P Dow Jones índices, y lanzado el 27 de diciembre de 2021. Está compuesto actualmente por 5 criptomonedas que son elegidas mediante la siguiente regla de liquidez:

$$ADTV_i \geq ADTV_{0,25}$$

Donde $ADTV_{0,25}$ es el percentil 0.25 de la distribución ADTV, es decir, el Volumen Medio Diario de Negociación de todas las criptomonedas en el último periodo, mientras que $ADTV_i$, es el Volumen Medio Diario de Negociación de una sola criptomoneda. Si la criptomoneda cumple con la regla, es elegible para ser constituyente del índice Royalton CRIX Crypto Index. Otra característica de este índice es que la ponderación de las criptomonedas constituyentes se da de acuerdo a su capitalización de mercado.

Respecto al cálculo matemático del índice, El Royalton CRIX Crypto Index es un índice de mercado y su construcción se referencia con el índice de Laspeyres. Por lo tanto, la ecuación del índice es la siguiente:

$$CRIX_t = \frac{\Sigma_i P_{it} Q_{i0}}{\Sigma_i P_{i0} Q_{i0}}$$

Donde,

$P_{(i,t)}$ = Precio de la criptomoneda i en el momento t.

$Q_{(i,0)}$ = La cantidad de la criptomoneda i en el momento 0.

$P_{(i,0)}$ = Precio de la criptomoneda i en el momento 0.

En cuanto al divisor del índice, el cual se encarga de asegurar que los cambios periódicos en el índice sean estables, se calcula de la siguiente manera:

$$Divisor = \frac{\Sigma_i MV_{i0}}{1000}$$

Donde,

$MV_{(i,t)} =$ La capitalización de mercado de la criptomoneda i en el momento t.

Dado lo anterior, el valor inicial del índice Royalton CRIX Crypto Index es 1000 y cada vez que cambia la cantidad de monedas en una criptomoneda, se ajusta el divisor. Esto permite que solo los cambios en el precio afecten el Royalton CRIX Crypto Index:

$$\frac{MV_{i,t-1}}{Divisor_{t-1}} = INDEX_{t-1}^{CRIX} = INDEX_{t}^{CRIX} = \frac{MV_{it}}{Divisor_t}$$

El $Divisor_{t-1}$ es el divisor antes del cambio de la cantidad de monedas y el $Divisor_i$ inmediatamente después.

- **Crypto 10 Index, de BITA.**

Este índice fue introducido el 15 de junio de 2018 y creado por BITA, una fintech con sede en Alemania, enfocada en proporcionar índices, datos e infraestructura de nivel empresarial a instituciones que operan en las áreas de inversión pasiva y cuantitativa. Este índice trata de medir de forma objetiva y transparente el rendimiento de una cesta de 10 criptodivisas líderes frente al dólar estadounidense. Los 10 componentes de este índice se seleccionan en función de su clasificación bursátil de capitalización bursátil de flotación libre, se calcula intradía y está basado en la fórmula de Laspeyres. El valor del índice es calculado en tiempo real con el precio actualizado de las criptomonedas constituyentes utilizando la siguiente fórmula:

$$Index_t = \sum_{i}^{n} \frac{CSR_{it} * CS_{it} * AWF_{it}}{D_t}$$

Donde,

$CSR_{(i,t)}$ = Precio spot de la criptomoneda i expresado en unidades de USD en el momento t.

$CS_{(i,t)}$ = Oferta circulante de la criptomoneda i en el momento t.

$AWF_{(i,t)}$ = Factor de ponderación ajustable para el precio spot de la criptomoneda i en el momento t.

$D_{(t)}$ = Valor del divisor en el momento t.

Por otro lado, el valor inicial del divisor es calculado de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$D_t = \sum_{i}^{n} \frac{CSR_{it} * CS_{it} * AWF_{it}}{Valor\ inicial\ del\ índice}$$

Adicionalmente, en el día de ajuste t, el divisor es ajustado para mantener el valor del índice constante. el nuevo divisor es calculado de la siguiente manera:

$$D_{t+1} = D_t + \frac{Cambio\ en\ la\ capitalización\ de\ mercado\ del\ índice}{Valor\ del\ índice_t}$$

Donde el valor de mercado del índice es el valor total negociado, calculado como la suma de todos los valores de mercado del precio spot de la criptomoneda (precio spot de la criptomoneda i

multiplicado por la oferta circulante de la criptomoneda i). El nuevo divisor se utiliza el día hábil siguiente al día de ajuste para la determinación del valor del índice de apertura.

4. Metodología

4.1 Tipo de Estudio

Correlacional, implica operaciones matemáticas y estimaciones entre las variables a definir. Además, ofrecen predicciones, explican la relación entre variables cuantitativas y miden las relaciones entre las variables.

4.2 Método

La presente investigación desarrolla una metodología cuantitativa desde una perspectiva científica lakatosiana, base de la Economía Financiera, planteada por Imre Lakatos, donde "las teorías financieras podrían ser consideradas como programas de investigación compuestos por un núcleo central aceptado y por una serie de hipótesis auxiliares sobre las cuales se lleva a cabo la falsación para así ser modificadas." (Verona Martel, 2006). Por su parte, el enfoque empírico utilizado a través de la modelación financiera permite descripciones abstractas y simplificadas de la realidad, desarrolladas desde un exhaustivo proceso de validación y ajuste basado en el ensayo y error. Por lo tanto, se hace necesario el uso de métodos cuantitativos en estudios de economía y finanzas.

Para la realización de la investigación todos los datos necesarios se descargaron de la página "CoinMarketCap", una plataforma especializada en brindar información acerca del ecosistema de las criptodivisas. Se realizó una selección rigurosa de la base de datos de criptomonedas inicial. En primera instancia, se utilizó el criterio de capitalización de mercado

eligiendo las 50 criptomonedas de mayor capitalización de mercado. A continuación, se eliminaron las “stablecoins”, que se definen como “unidades de valor digital que no forman parte de ninguna criptomoneda especifica y que usan herramientas para asegurar una estabilidad en su precio minimizando las fluctuaciones” (Alexander Lipton, 2020). Además, se eliminaron las Criptomonedas derivadas de otra Criptomoneda. Tras realizar estos filtros la base de datos se redujo de las 50 Criptomonedas iniciales tenidas en cuenta a las 32 definitivas que sirvieron como base definitiva para la estructuración del índice.

4.3 Variables

Al analizar la base de datos definitiva que usaríamos en nuestro estudio, y tomando en cuenta otros estudios realizados sobre el tema, decidimos utilizar las variables explicadas a continuación para la ponderación definitiva de nuestro índice, utilizando la siguiente fórmula:

$$VI = \sum_{i=1}^{n} 0.35 * Market\ Cap_i + 0.25 * Volumen_i + 0.2 * Volatilidad_i + 0.15 * Correlación_i + 0.05 * Razon\ de\ Sharpe_i$$

Donde,

$VI =$ Valor del índice.

$Market\ cap_i =$ Ponderación por capitalización de mercado de la criptomoneda i.

$Volumen_i =$ Ponderación por volumen de la criptomoneda i.

$Volatilidad_i =$ Ponderación por volatilidad de la criptomoneda i.

$Correlación_i =$ Ponderación por correlación de la criptomoneda i.

$Razón\ de\ Sharpe =$ Ponderación por Razón de Sharpe de la criptomoneda i.

4.4 Variables de Entrada

Son variables cuantitativas tales como:

- **Precios:** se refieren a los precios mensuales de cada criptomoneda ajustados para corregir o eliminar anomalías o fluctuaciones abruptas causadas por eventos únicos o manipulaciones temporales del mercado.
- **Volumen de operación:** se refiere a la cantidad mensual total de cada criptomoneda que se ha comprado o vendido en los mercados de intercambio. Es una medida que representa la actividad y la liquidez de una criptomoneda en el mercado.
- **Capitalización de mercado:** medida mensual utilizada para determinar el tamaño o valor relativo de una criptomoneda. Se calcula multiplicando el precio actual de mercado de una criptomoneda por el número total de criptodivisas en circulación.
- **Volatilidad:** medida de la variabilidad o fluctuación de los precios de las criptomonedas en un período de tiempo mensual. En este estudio la medida se calcula con la desviación estándar de cada criptomoneda, calculada como la raíz cuadrada de la varianza de cada criptomoneda.

$$Varianza = \sigma^2 = \frac{\sum(X-\mu)^2}{N}$$

$$Desviación\ estándar = \sqrt{Varianza}$$

Siendo,

X = la rentabilidad de la criptomoneda en el periodo especifico.

μ = la rentabilidad media de la criptomoneda.

$N =$ Numero de observaciones de la criptomoneda.

- **Rentabilidad:** rendimiento logarítmico mensual de cada criptomoneda. Esta rentabilidad puede ser positiva o negativa, y es un indicador clave para evaluar el éxito de una inversión en criptomonedas.

$$Rt = ln(\frac{P_t}{P_{t-1}})$$

Siendo,

$Pt =$ Precio de la criptomoneda en el momento t

$Pt - 1 =$ Precio de la Criptomoneda en el momento t-1

- **Correlación:** la relación o grado de asociación entre dos variables. Puede ser positiva, negativa o nula. En este caso, se mide la correlación del rendimiento cada criptomoneda del índice respecto al rendimiento de Bitcoin.

$$\rho_{XY} = \frac{Cov_{XY}}{\sigma_X \sigma_Y}$$

$$Cov\ (X, Y) = \frac{\sum(Xi - \bar{X})(Yi - \bar{Y})}{n}$$

Siendo,

$Cov\ (X, Y)$= la covarianza entre dos criptomonedas.

Xi = la rentabilidad de la criptomoneda X en un momento especifico i.

$\bar{X}$= la rentabilidad media de la criptomoneda X.

Yi = la rentabilidad de la criptomoneda Y en un momento especifico i.

$\bar{Y}$= la rentabilidad media de la criptomoneda Y.

- **Razón de Sharpe:** medida de riesgo ajustada al rendimiento que evalúa la rentabilidad excedente obtenida por unidad de riesgo asumido en una inversión.

Para el cálculo de esta medida, se usará la rentabilidad mensual de cada criptomoneda, su desviación estándar mensual y la rentabilidad libre de riesgo de los bonos del tesoro estadounidenses con vencimiento a 10 años.

$$Razón\ de\ sharpe = \frac{Rt - Rf}{\sigma}$$

Siendo,

$Rt =$ Retorno de la criptomoneda.

$Rf =$ Rentabilidad libre de riesgo.

Estas variables de entrada fueron las que sirvieron como criterios para la ponderación final del índice. Se realizaron los respectivos cálculos de cada uno de los criterios a excepción de los precios y volúmenes tranzados.

Tras tener el resultado de cada criterio, se realizó la ponderación que cada criptomoneda tendría dentro de cada uno de los criterios para la ponderación total del índice.

Para la ponderación por capitalización de mercado, se calcularon las capitalizaciones de mercado de cada una de las criptomonedas y la capitalización total del mercado desde enero de 2022 hasta marzo de 2023. Posteriormente, se dividió la capitalización de mercado por criptomoneda entre la capitalización total de mercado. Para la asignación de la ponderación de cada criptomoneda, se estableció un porcentaje máximo de 60%. En otras palabras, las Criptomonedas cuya participación por capitalización de mercado superaran 60%, se les asignaría este valor. El excedente, es decir la resta entre la ponderación inicial por capitalización de mercado y el valor final ajustado al 60% se repartió entre las demás criptomonedas de manera equitativa.

Para la ponderación de cada Criptomoneda de acuerdo con el criterio de volumen tranzado, se tomó el valor del volumen de cada criptomoneda y se dividió entre el volumen tranzado mensual total. El resultado, nos daba la participación de cada criptomoneda en el volumen total y de esta misma manera era finalmente la ponderación que recibiría esta criptomoneda dentro de este criterio.

Para los criterios de Volatilidad, Correlación y Razón de Sharpe, se utilizó una fórmula matemática que relaciona la posición entre las Criptomonedas con la ponderación asignada, en el caso de la Volatilidad y correlación de forma inversa y para el criterio de Razón de Sharpe de manera directa.

$$Ponderación\ por\ Ranking = \frac{Posición\ en\ el\ Ranking}{n * (1 + n)/2}$$

Siendo,

$Posición\ en\ el\ ranking =$ Puesto de la Criptomoneda de acuerdo con el orden de cada criterio.

$n =$ Total de criptomonedas.

Para la volatilidad, se calculaba la volatilidad de cada criptomoneda, y se realizaba un ranking donde se ordenaban las criptomonedas de mayor a menor volatilidad, y posteriormente con la formula, a aquellas criptomonedas que tuvieran menor volatilidad se les asignaba mayor ponderación.

En cuanto a la correlación, se calculaban las correlaciones de cada criptomoneda con respecto a bitcoin, y se seguía el mismo proceso que para el criterio de volatilidad. De esta manera aquellas criptomonedas que estuvieran más correlacionadas con Bitcoin recibirían una menor ponderación en el cálculo del índice.

Finalmente, para el criterio de Razón de Sharpe, se calculaban las razones de Sharpe, se realizaba un ranking ordenando de mayor a menor razón de Sharpe las criptomonedas, pero en este caso la fórmula para asignar los pesos relacionaba de manera directa la posición en el ranking y la ponderación que recibiría cada activo. Es decir, las que mayor Razón de Sharpe tuvieran recibieron una ponderación mayor en el cálculo del índice.

4.5 Variables de Salida

Son cuantitativas, tal como:

- **Valor inicial del índice:** Tomará un valor inicial de 10.000 unidades. Posteriormente, se calculará su valor mensualmente de acuerdo con el precio de cada criptomoneda y la ponderación de cada parámetro tenido en cuenta para calcular el valor del índice.

4.6 Muestra y Ventanas de Estimación

De acuerdo con los trabajos que se han realizado al respecto, la muestra es matricial, debido a que se definen un número de criptomonedas y los precios por cada una de ellas. El número de datos podría oscilar entre 300 y 10.000. La ventana de estimación está determinada por los datos diarios y mensuales de las criptomonedas seleccionadas desde enero de 2022.

4.7 Herramientas y Técnicas

Las herramientas por utilizar estarían evidenciadas en el uso de hojas de cálculo como Microsoft Excel 2019 y 365, además de software estadísticos de uso libre como RStudio. Las

técnicas consisten en el análisis de series temporales y tratamiento de variables como procesos estocásticos de estado y tiempo continuo.

4.8 Fuentes de Información

Son en esencia secundarias, ya que están fundamentadas en los estudios previos realizados por otros autores y en los datos de las variables cuantitativas antes mencionadas y que son de conocimiento público a través de las bases de datos contenidas en portales como Coinmarketcap.com, Refinitiv e Investing.com

5. Presentación de los Resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en el estudio. En primer lugar, se presenta la tabla resumiendo el valor en unidades de cada uno de los criterios de ponderación y el valor resultante del índice.

Tabla 1.

Valores mensuales del índice.

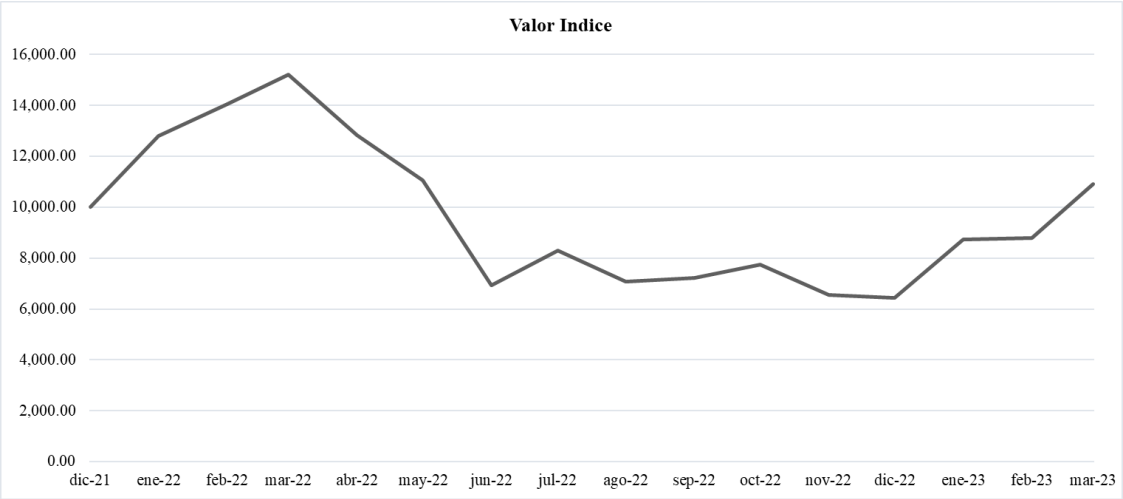
Fecha	Mkt cap	Volumen	Volatilidad	Correlacion	Sharpe	Valor Indice
dic-21						**10,000.00**
ene-22	23,232.75	16,356.24	2,494.76	110.23	1,488.38	**12,810.43**
feb-22	26,082.68	17,115.00	2,474.43	121.31	2,393.06	**14,040.42**
mar-22	27,500.00	19,984.40	2,562.09	132.34	1,038.82	**15,205.31**
abr-22	22,787.46	17,070.50	2,488.37	107.20	1,528.43	**12,833.41**
may-22	19,175.47	15,490.52	2,078.04	86.40	1,140.94	**11,069.66**
jun-22	11,924.62	10,013.59	1,180.87	53.96	55.99	**6,924.08**
jul-22	14,098.25	12,043.24	1,435.04	67.35	908.70	**8,287.74**
ago-22	12,127.49	10,233.69	1,208.67	59.11	329.82	**7,070.14**
sep-22	11,722.77	11,428.82	1,065.66	56.70	743.38	**7,218.98**
oct-22	12,372.61	12,446.30	1,284.69	60.34	975.50	**7,756.75**
nov-22	10,358.46	10,703.12	1,082.70	52.32	444.90	**6,547.87**
dic-22	9,976.00	10,769.77	1,055.54	48.91	934.75	**6,449.22**
ene-23	13,947.70	13,918.75	1,431.31	67.39	1,431.74	**8,729.34**
feb-23	13,951.37	14,270.72	1,437.69	66.65	726.07	**8,784.50**
mar-23	17,158.08	17,823.01	1,705.29	77.36	1,749.73	**10,901.23**

Nota: Cálculos realizados con datos obtenidos de Investing & CoinMarketCap.

Por otro lado, el siguiente gráfico muestra el comportamiento del valor del índice iniciando en diciembre de 2021 y finalizando en marzo de 2023.

Ilustración 1.

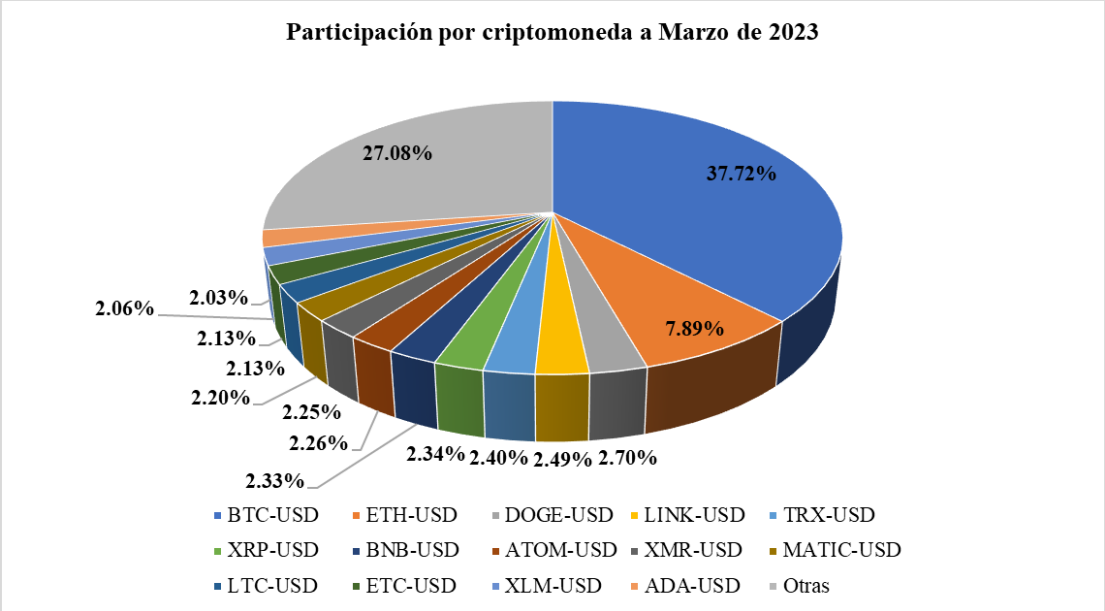
Comportamiento del valor del índice entre diciembre de 2021 y marzo de 2023.



El siguiente gráfico muestra la participación final de cada Criptomoneda en el cálculo del valor total del índice.

Ilustración 2.

Participación por criptomoneda a marzo de 2023



Como podemos ver, más del 37% de la ponderación total dentro del índice está ocupada por Bitcoin. El 27% que se ve, es el resultado de agrupar las ponderaciones de 18 Criptomonedas que no superaban individualmente más de 2% de ponderación. De esta manera, vemos que Ethereum carga igualmente con una ponderación bastante alta de más de 7%. Con esto, vemos finalmente que, entre Bitcoin y Ethereum ocupan casi el 50% de la ponderación total del índice.

Seguido a esto, se presenta la tabla que muestra la participación de cada criptomoneda en el total del índice.

Tabla 2.

Participación por Criptomoneda en el índice

Criptomoneda	Participación de cada criptomoneda														
	ene-22	feb-22	mar-22	abr-22	may-22	jun-22	jul-22	ago-22	sep-22	oct-22	nov-22	dic-22	ene-23	feb-23	mar-23
BTC	32.65%	31.84%	32.70%	33.26%	34.17%	34.42%	34.75%	34.39%	36.50%	37.13%	37.49%	38.37%	37.16%	37.39%	37.72%
ETH	8.20%	8.89%	8.61%	9.71%	9.64%	9.70%	9.64%	10.32%	8.47%	8.27%	7.52%	7.21%	7.18%	7.14%	7.89%
BNB	2.53%	2.57%	2.55%	2.68%	2.59%	2.23%	2.22%	2.40%	2.29%	2.30%	2.21%	2.09%	2.28%	1.99%	2.33%
XRP	2.79%	2.69%	3.00%	2.89%	2.78%	2.91%	2.73%	2.64%	2.28%	2.49%	2.30%	2.79%	2.70%	2.77%	2.34%
ADA	2.13%	2.26%	1.92%	2.09%	1.78%	2.20%	1.99%	2.02%	2.09%	1.20%	1.93%	1.61%	1.98%	1.75%	2.03%
MATIC	2.27%	1.98%	2.41%	2.17%	1.97%	1.65%	1.84%	2.22%	1.92%	1.99%	1.75%	2.13%	1.98%	2.37%	2.20%
DOGE	2.93%	2.86%	2.76%	2.29%	2.66%	2.30%	2.49%	2.11%	2.80%	2.29%	2.37%	2.11%	2.77%	2.59%	2.70%
SOL	2.03%	2.39%	2.51%	2.28%	1.96%	2.13%	1.95%	2.11%	1.97%	1.68%	1.44%	1.39%	1.89%	1.78%	1.89%
DOT	1.88%	1.99%	1.64%	1.62%	1.49%	1.51%	1.45%	1.31%	1.62%	1.71%	1.78%	1.38%	1.50%	1.36%	1.78%
SHIB	2.14%	2.09%	2.12%	1.87%	1.59%	1.58%	1.93%	1.67%	1.74%	1.51%	1.91%	1.70%	1.81%	1.61%	1.45%
LTC	2.76%	2.58%	2.62%	2.80%	2.62%	2.53%	2.37%	2.61%	2.27%	2.55%	2.39%	2.68%	2.76%	2.73%	2.13%
TRX	2.96%	3.10%	3.17%	2.90%	3.03%	2.83%	2.78%	2.75%	2.72%	2.84%	2.78%	2.89%	2.66%	2.84%	2.40%
AVAX	1.29%	1.56%	1.89%	1.73%	1.10%	1.25%	1.30%	1.55%	1.50%	1.32%	1.28%	1.40%	1.31%	1.37%	1.41%
LINK	2.55%	2.22%	2.33%	2.46%	2.39%	1.99%	2.30%	2.25%	2.03%	2.00%	2.06%	2.28%	2.29%	2.53%	2.49%
ATOM	2.17%	2.03%	1.95%	2.10%	1.90%	2.06%	1.83%	1.96%	1.71%	1.67%	1.65%	2.33%	1.93%	1.94%	2.26%
XMR	1.63%	1.98%	1.20%	1.82%	1.94%	1.68%	2.16%	1.96%	1.82%	2.02%	2.19%	2.37%	1.96%	1.88%	2.25%
ETC	2.37%	2.30%	2.02%	1.78%	2.46%	2.10%	1.90%	2.08%	1.70%	1.46%	2.09%	1.78%	1.65%	2.23%	2.13%
FIL	1.50%	2.03%	1.50%	1.41%	1.78%	2.05%	1.39%	1.30%	1.44%	1.77%	1.97%	1.24%	1.49%	1.50%	1.30%
XLM	1.95%	1.90%	1.92%	1.94%	2.09%	1.92%	1.82%	1.84%	1.40%	1.64%	1.76%	1.82%	1.93%	1.94%	2.06%
LDO	1.40%	1.21%	1.37%	1.35%	1.39%	1.12%	1.41%	1.38%	1.31%	1.25%	1.40%	1.53%	1.35%	1.60%	1.29%
NEAR	1.47%	1.42%	1.41%	1.78%	1.35%	1.46%	1.34%	1.43%	1.22%	1.62%	1.27%	1.10%	1.36%	1.36%	1.25%
VET	1.90%	1.65%	1.67%	1.51%	1.89%	2.15%	2.20%	2.01%	2.14%	2.30%	1.91%	2.17%	1.82%	1.64%	1.40%
ICP	1.35%	1.60%	1.18%	1.39%	1.06%	1.22%	1.48%	1.38%	1.68%	1.27%	1.48%	1.37%	1.72%	1.11%	1.36%
ALGO	2.12%	2.15%	2.21%	1.93%	1.87%	2.36%	2.15%	2.29%	1.92%	2.21%	1.54%	1.70%	1.85%	2.01%	1.57%
EOS	2.07%	2.04%	1.88%	1.45%	1.97%	2.08%	1.87%	1.32%	1.06%	1.47%	1.90%	1.99%	1.68%	1.84%	1.67%
AAVE	1.09%	1.29%	1.01%	1.03%	1.15%	0.88%	1.09%	1.12%	1.35%	1.32%	1.08%	1.31%	1.31%	1.43%	1.66%
MANA	1.90%	2.08%	2.10%	1.84%	1.65%	2.25%	1.81%	2.10%	2.35%	2.23%	1.79%	1.76%	1.74%	1.68%	1.63%
EGLD	1.35%	1.59%	1.48%	1.69%	1.48%	1.09%	1.60%	1.59%	1.96%	1.38%	1.95%	1.77%	1.83%	1.78%	1.24%
XTZ	1.55%	1.38%	1.54%	1.64%	1.64%	1.36%	1.33%	1.30%	1.62%	1.75%	1.72%	1.24%	1.56%	1.10%	1.50%
FTM	1.81%	1.45%	1.54%	1.34%	1.33%	1.48%	1.38%	1.59%	1.70%	1.96%	1.49%	1.33%	1.55%	1.34%	1.39%
FLOW	1.64%	1.21%	1.87%	1.49%	1.59%	1.47%	1.52%	1.27%	1.23%	1.24%	1.38%	1.08%	1.29%	1.41%	1.53%
THETA	1.63%	1.67%	1.91%	1.73%	1.67%	2.05%	1.96%	1.74%	2.21%	2.14%	2.21%	2.09%	1.69%	1.99%	1.76%
TOTAL	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**

6. Análisis de Resultados

A continuación se muestra un gráfico del comportamiento histórico del precio de Bitcoin desde diciembre de 2021 hasta marzo de 2023.

Ilustración 3.

Comportamiento de Bitcoin desde diciembre de 2021 hasta marzo de 2023.

Nota: Imagen obtenida de TradingView.

Al analizar los resultados obtenidos encontramos que si bien utilizamos técnicas estadísticas y financieras que buscaran una diversificación del índice con respecto a Bitcoin, este agrupa un gran porcentaje de la ponderación total del índice. Con lo cual, el índice, si bien se diferencia un poco del comportamiento de Bitcoin, va a seguir un comportamiento bastante similar como podemos evidenciarlo al comparar los gráficos del precio histórico del índice y de Bitcoin. Aparte de lo anterior, se puede evidenciar que el índice replica efectivamente los movimientos de mercado ocurridos a lo largo del marco temporal escogido, lo cual es un indicador de que esta propuesta es adecuada para los inversionistas, dado que brinda un panorama general del mercado de criptomonedas de forma objetiva, abarcando un enfoque completo de acuerdo a los diferentes

criterios como lo son la rentabilidad, la capitalización de mercado, el riesgo, la correlación y volatilidad, los cuales son considerados relevantes a la hora de tomar una decisión de inversión informada y estratégica.

7. Conclusiones

Para finalizar, llegamos a la conclusión de que nuestro índice refleja en realidad la condición actual del mercado de Criptomonedas. Si bien intentamos buscar una combinación de factores y herramientas estadísticas y financieras que se acercaran lo máximo posible a una propuesta totalmente diversificada con pesos relativamente equitativos entre todos los activos, es bastante complejo dada la poca madurez del mercado de las Criptomonedas. Debemos recordar, que este es un mercado relativamente nuevo, y muchas de las Criptomonedas que forman parte de nuestro índice hace un par de años no existían. Lo que esperamos, es que, con el tiempo, nuestra propuesta de índice vaya mejorándose por sí solo una vez las condiciones del mercado de criptomonedas vayan cambiando y se llegue a que haya Criptomonedas al mismo nivel o incluso que superen a Bitcoin.

Como recomendación, se sugiere que la reestructuración periódica de este índice se realice trimestralmente, buscando incluir o eliminar las criptomonedas que vayan tomando o perdiendo relevancia en el mercado en un mediano plazo. Por otra parte, el rebalanceo puede seguir siendo mensual, siguiendo la premisa de que el mercado de criptomonedas cambia rápidamente en el corto plazo.

8. Bibliografía

Alexander Lipton, A. S. (26 de Mayo de 2020). From Tether to Libra: Stablecoins, Digital Currency and the Future of Money. *Cornell University*, 3-4. Obtenido de https://arxiv.org/pdf/2005.12949.pdf

BITA. (2021). *Index Methodology Guidebook BITA Crypto 10 Index.* Obtenido de BITA: https://files.bita.io/B10_MG.pdf

Caplinger, D. (10 de Junio de 2022). *What Is a Stock Market Index?* Obtenido de The Motley Fool: https://www.fool.com/investing/stock-market/indexes/

Chen, J. (2022). *Benchmark: What It Is, Types, and How to Use Them in Investing*. Obtenido de Investopedia: https://www.investopedia.com/terms/b/benchmark.asp#:~:text=Technician%20(CMT).-,What%20Is%20a%20Benchmark%3F,portfolios%2C%20or%20other%20investment%20instruments.

CMC Markets. (2021). *CMC MARKETS MARKET CAPITALISATION CRYPTO INDEX METHODOLOGY.* Obtenido de CMC Markets: https://assets.cmcmarkets.com/pdfs/major_emerging_crypto_indices_methodology.pdf

CMC Markets. (2021). *CMC MARKETS MARKET CAPITALISATION CRYPTO INDEX METHODOLOGY.* Obtenido de CMC Markets: https://assets.cmcmarkets.com/pdfs/major_emerging_crypto_indices_methodology.pdf

CMC markets. (2021). *CMC MARKETS TIERED WEIGHT CRYPTO.* Obtenido de CMC Markets: https://assets.cmcmarkets.com/pdfs/all_crypto_index_methodology.pdf

CMC Markets. (s.f). *Cryptocurrency index trading*. Obtenido de CMC Markets: https://www.cmcmarkets.com/en/cryptocurrencies/crypto-index

CoinMarketCap. (2022). *Today's Cryptocurrency Prices by Market Cap*. Obtenido de CoinMarketCap: https://coinmarketcap.com/

CRIX. (2021). *Methodology*. Obtenido de Royalton Crix: https://www.royalton-crix.com/methodology

Crypto.com. (2023). *Crypto Market Sizing Report 2022*. Obtenido de crypto.com: https://crypto.com/research/2022-crypto-market-sizing-report

Houben, R., & Snyers, A. (2018). *Cryptocurrencies and blockchain. Legal context and implications for financial crime, money laundering and tax evasion.*

Index Methodology Bloomberg Galaxy Crypto Index. (2018). Obtenido de Bloomberg: https://assets.bbhub.io/professional/sites/27/Bloomberg-Galaxy-Crypto-Index-Methodolgy-August-2021.pdf

S&P Dow Jones Indices. (2022). *Royalton CRIX Crypto Index*. Obtenido de spglobal: https://www.spglobal.com/spdji/en/custom-indices/royalton-partners-ag-rpag/royalton-crix-crypto-index/#overview

Smith, D. M., & Yousif, K. K. (2020). *Passive Equity Investing.* Obtenido de CFA Institute: https://www.cfainstitute.org/en/membership/professional-development/refresher-readings/passive-equity-investing

Southern New Hampshire University. (2022). *Mercados financieros: ¿Qué son y cuáles son sus tipos?* Obtenido de https://es.snhu.edu/noticias/definicion-y-tipos-de-mercados-financieros

Tredinnick, L. (2019). Cryptocurrencies and the blockchain. *Business Information Review*, 36(1), 39-44.

Verona Martel, M. C. (2006). De la economía general a la economía financiera: un comentario. *Innovar, 16*(27), 7-24.

Zetzsche, D., Arner, D. W., & Buckley, R. (2020). Decentralized Finance. *Journal of Financial Regulation, 6*, 172-203. doi:10.1093/jfr/fjaa010.