



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Facultad de Economía y Empresa

Trabajo de  
fin de máster

Análisis  
rentabilidad-riesgo  
del mercado de  
criptomonedas en  
el marco de la  
teoría del mercado  
de capitales.

Leandra Caro Padrón

Tutora: Susana Iglesias Antelo

**Máster Universitario en Banca y Finanzas**

Año 2020

# Resumen

El objetivo principal de este trabajo es profundizar en el estudio del comportamiento del mercado de criptomonedas a partir de dos variables clave para la inversión: la rentabilidad y el riesgo. Para ello, en primer lugar, se presentan los conceptos y puntos de interés más importantes vinculados a este mercado, para continuar con las criptomonedas que serán objeto de estudio. Posteriormente, se llevan a cabo cuatro tipos de análisis con datos del período 2016-2019: uno descriptivo de la rentabilidad y el riesgo de estas, otro de correlación a nivel de índices, un tercero sobre la posible validez en el contexto de las criptomonedas de la relación rentabilidad esperada-riesgo que propone el modelo CAPM, y un cuarto sobre evaluación de *performance* de la inversión en criptomonedas a través de la medida de su rentabilidad ajustada por riesgo. El trabajo finaliza con las conclusiones derivadas del estudio realizado.

*Palabras clave:* criptomonedas, moneda estable, minería, *Bitcoin*, criptomercado, CAPM, rentabilidad, riesgo.

# Abstract

The main objective of this work is to deepen the study of the behavior of the cryptocurrency market based on two key variables for investment: profitability and risk. To do this, first, we present the most important concepts and points of interest linked to this market, to continue with the cryptocurrencies that will be the subject of study. Subsequently, four types of analysis are carried out with data from the period 2016-2019: one descriptive of the profitability and risk of these, another of correlation at the level of indices, a third party on the possible validity in the context of cryptocurrencies of the expected return-to-risk ratio proposed by the CAPM model, and a fourth on the performance evaluation of cryptocurrency investment through the measurement of its risk-adjusted return. The work ends with the conclusions derived from the study.

*Keywords:* cryptocurrency, stablecoin, mining, Bitcoin, cryptocurrency, CAPM, return, risk.

# Índice

<b>Introducción</b> .....	<b>8</b>
<b>1. Puntos de interés sobre las criptomonedas</b> .....	<b>11</b>
1.1 Definiciones principales y comercialización de criptomonedas.....	11
1.2 Ventajas y desventajas del uso de las criptomonedas.....	14
1.3 Riesgos relativos a las criptomonedas y al uso del apalancamiento financiero en la especulación .....	15
1.4 El papel de la criptografía en la tecnología <i>Blockchain</i> y la creación de <i>Bitcoin</i> .....	18
1.5 Legislación de las criptomonedas y los <i>tokens</i> .....	23
1.5.1 Empleo como medio de pago.....	24
1.5.2 Uso como bien de inversión: Tributación en el IRPF, IAE, IVA e IP.....	25
1.6 Actualidad del criptomercado: impacto del COVID-19 y surgimiento de otras monedas estables. <i>Bitcoin</i> , ¿oro digital?.....	27
<b>2. Descripción y clasificación de las criptomonedas objeto de estudio y su desarrollo dentro del mercado</b> .....	<b>32</b>
2.1 Presentación de las diez criptomonedas analizadas .....	32
2.2 Tipos de clasificación de las criptomonedas .....	36
2.3 Evolución del mercado de criptomonedas .....	37
<b>3. Objetivos y metodología del estudio empírico</b> .....	<b>42</b>
<b>4. Análisis del mercado de las criptomonedas</b> .....	<b>48</b>
4.1 Análisis descriptivo del comportamiento de las series de rentabilidades de las criptomonedas.....	48
4.2 Análisis de índices y su correlación con el criptomercado .....	52
4.3 Análisis de la rentabilidad esperada-riesgo según el CAPM .....	54
4.4 Análisis de <i>performance</i> de la inversión en criptomonedas .....	56
<b>Conclusiones</b> .....	<b>58</b>
<b>Bibliografía</b> .....	<b>61</b>
<b>Anexos</b> .....	<b>70</b>
Anexo 1. Figuras.....	70
Anexo 2. Gráficos .....	72
Anexo 3. Tablas.....	74

# Índice de figuras

Figura 1: Proceso de transacciones de <i>Bitcoin</i> .....	21
Figura 2: Funcionamiento de la <i>Blockchain</i> .....	23
Anexo.Figura 1: Modelo de cajero automático de <i>bitcoin</i> .....	70
Anexo.Figura 2: Concentración de cajeros <i>bitcoins</i> por países .....	70
Anexo.Figura 3: Mecanismos de criptografía de la Segunda Guerra Mundial: rueda de cifrado y máquina Enigma.....	71
Anexo.Figura 4: División de criptomonedas derivadas de <i>Bitcoin</i> .....	71

# Índice de gráficos

Gráfico 1: Clasificación de <i>Bitcoin</i> por países (%) .....	24
Gráfico 2: Impacto del COVID-19 en la capitalización del criptomercado .....	28
Gráfico 3: Caída de precios en algunos activos financieros durante 2020 (%) .....	38
Gráfico 4: Evolución de la cotización del índice criptográfico CRIX .....	39
Gráfico 5: Precios históricos de <i>Bitcoin</i> .....	40
Gráfico 6: Evolución de la cotización de los Bonos del Tesoro a cinco años .....	45
Gráfico 7: Rentabilidad mensual de <i>Bitcoin</i> entre 2016 y 2019 .....	49
Gráfico 8: Rentabilidad mensual de <i>Litecoin</i> , <i>Ripple</i> y <i>Ethereum</i> entre 2016 y 2019 ...	50
Gráfico 9: Rentabilidad anual de <i>Bitcoin</i> , <i>Ripple</i> y <i>Ethereum</i> entre 2016 y 2019 .....	50
Gráfico 10: Rentabilidad mensual de <i>Bitcoin Cash</i> , <i>EOS</i> y <i>Tether</i> entre 2017 y 2019.	51
Gráfico 11: Rentabilidad mensual de <i>Binance Coin</i> , <i>Stellar</i> y <i>Bitcoin SV</i> entre 2017 y 2019.....	51
Anexo.Gráfico 1: Criptomonedas que componen el índice CRIX a 16 de junio de 2020 .....	72
Anexo.Gráfico 2: Países con mayor porcentaje dentro del índice MSCI <i>World</i> .....	72
Anexo.Gráfico 3: Evolución de la cotización de los Bonos del Estado americano a dos años.....	73
Anexo.Gráfico 4: Evolución de la cotización de los Bonos del Estado americano a tres años.....	73

# Índice de tablas

Tabla 1: Capitalización del criptomercado en diciembre de 2019.....	27
Tabla 2: Proceso de <i>halving</i> de <i>Bitcoin</i> .....	33
Tabla 3: Capitalización bursátil a 31 de diciembre de 2019.....	43
Tabla 4: Rentabilidades y volatilidad mensuales de las criptomonedas entre 2016 y 2019.....	49
Tabla 5: Coeficientes de correlación entre criptomonedas e índices.....	53
Tabla 6: Valores de las variables explicada y explicativa aplicadas en la regresión lineal.....	55
Tabla 7: Resultados del contraste del CAPM. Cartera de mercado aproximada por el índice CRIX.....	55
Tabla 8: Medidas de <i>performance</i> de las criptomonedas para el índice CRIX.....	56
Anexo.Tabla 1: Tasas de cambio del USD/DEG y DEG/USD el 3 de junio de 2020...	74
Anexo.Tabla 2: Resultados del contraste del CAPM aproximado por la cartera ponderada por capitalización y el índice MSCI <i>World</i> .....	74

# Índice de siglas

BCE: Banco Central Europeo  
BCH: *Bitcoin Cash*  
BNB: *Binance Coin*  
BSV: *Bitcoin Vision of Satoshi*  
BTC: *Bitcoin*  
CAPM: *Capital Asset Pricing Model* (Modelo de Valoración de Activos Financieros)  
CBOE: *Chicago Board Options Exchange*  
CFD: Contrato por diferencia  
CME: *Chicago Mercantile Exchange*  
CNMV: Comisión Nacional del Mercado de Valores  
DEG: Derechos Especiales de Giro  
DGX: *Digix Gold*  
ETFs: *Exchanged Traded Fund* (Fondo cotizado en bolsa)  
ETH: *Ethereum*  
ESMA: Autoridad Europea de Valores y Mercados  
FIFO: *First in first out*  
IAE: Impuesto sobre Actividades Económicas  
ICO: Oferta Inicial de Moneda  
IP: Impuesto sobre el Patrimonio  
IRPF: Impuesto de la Renta sobre las Personas Físicas  
IS: Impuesto sobre Sociedades  
IVA: Impuesto sobre en Valor Añadido  
LTC: *Litecoin*  
MCO: Mínimos Cuadrados Ordinarios  
MSCI: *Morgan Stanley Capital International*  
SEC: *Securities and Exchange Commission* (Comisión de Bolsa y Valores)  
SDR: *Special Drawing Rights*  
TCX: *Swiss Real Coin*  
TJUE: Tribunal de Justicia de la Unión Europea  
USDT: *Tether*  
XRP: *Ripple*  
XLM: *Stellar*

# Introducción

La tecnología y la digitalización de los datos ha significado dar un paso adelante en el sector financiero, permitiendo la creación de aplicaciones bancarias a partir de *Internet* que están disponibles en cualquier momento que el cliente lo desee en sus dispositivos electrónicos. Al margen de la ventaja que ha supuesto la economía de los datos para la banca han surgido nuevas tecnologías, que aunque bien son compatibles con el sistema financiero actual, su objetivo es reemplazarlo.

La llegada al mercado de *Bitcoin* y *Blockchain* marcó un antes y un después en la idea general preconcebida en el campo de la economía. Por un lado, la aparición de un *software* que a través de complejos algoritmos y la criptografía fuera capaz de sustituir el papel de las grandes instituciones financieras. Y por otro lado, concebir el dinero de forma digital, eliminando la circulación de la moneda física.

El **objetivo principal** del presente trabajo es profundizar en el estudio del comportamiento del mercado de criptomonedas a partir de dos variables clave para la inversión: la rentabilidad y el riesgo. Dando así una continuidad a la investigación realizada en mi Trabajo de Fin de Grado (Caro, 2019).

En su conjunto, el trabajo está estructurado en cuatro capítulos. **El primer capítulo** pretende definir y explicar los puntos de principal interés respecto a las criptomonedas y para ello se divide en seis apartados. En el primero se aclaran diferentes denominaciones derivadas de una divisa electrónica como criptomoneda, moneda digital o *token*. Se determina que es una Oferta Inicial de *Tokens* (ICOs) y qué otras maneras de comercializar criptomonedas existen reconocidas por la Comisión Nacional del Mercado de Valores. En el segundo apartado se exponen las ventajas y desventajas derivadas de las criptomonedas y su empleo. En el tercero se explican los diferentes riesgos a los que se enfrenta un inversor en relación a los criptodivisas y el papel que juega el apalancamiento con el uso de los derivados financieros. El cuarto apartado hace una breve explicación sobre el origen y la evolución de la criptografía en sus distintos modos de empleo hasta integrarse en *Bitcoin*, la primera criptomoneda del mercado bursátil. Se define *Blockchain*, el *software* por el que se ejecutan la mayoría de las criptodivisas existentes y cuáles son sus componentes. El quinto

apartado se divide en dos subapartados y expone brevemente alguna legislación existente en este ámbito. Por un lado, el empleo de las criptomonedas como medio de pago y por otro lado, su empleo como bien de inversión donde tributan las ganancias y pérdidas obtenidas en este mercado en los impuestos pertinentes. Por último, el sexto apartado recoge algunas cuestiones de gran actualidad. En primer lugar, cómo ha afectado la crisis del COVID-19 en la capitalización del criptomercado. En segundo lugar, la creación de diferentes monedas estables (*stablecoins*) por parte de *Facebook* o del Banco Central de la República de China. Y en tercer lugar, la disyuntiva existente en considerar a *Bitcoin* como oro digital, lo que conllevaría a aceptarla en una reserva de valor o no.

**El segundo capítulo** se divide en tres apartados. El primer apartado trata una breve presentación de cada una de las criptomonedas objeto de estudio. Teniendo en cuenta que cada una de ellas proviene de diferentes creadores y presenta distintas características y múltiples funcionalidades que las diferencian entre sí. El segundo apartado describe y clasifica los diferentes tipos de criptomonedas existentes en el mercado, poniendo como ejemplo algunas de las criptomonedas presentadas anteriormente. Y en tercer lugar, se analiza la evolución del criptomercado a partir del índice criptográfico CRIX y se realiza una breve comparación entre este mercado y otros grandes mercados mundiales ante la crisis de 2020.

**El tercer capítulo** aborda los objetivos y la metodología empleada para el posterior análisis de rentabilidad y riesgo del criptomercado que se lleva a cabo en el capítulo cuarto con datos del período 2016-2019.

**El cuarto capítulo** se divide en cuatro apartados. En primer lugar, se analiza el comportamiento de la rentabilidad de las criptomonedas de muestra y su grado de volatilidad. En segundo lugar, se lleva a cabo un análisis de las correlaciones obtenidas entre criptodivisas y los índices empleados y entre los propios índices que representan tres tipos alternativos de mercados (criptomonedas, acciones y divisas). En tercer lugar, se pone a prueba la validez de la relación rentabilidad esperada-riesgo que postula el Modelo de Valoración de Activos Financieros (CAPM) en el criptomercado haciendo un contraste de corte transversal con medias. Por último, se mide la rentabilidad ajustada al riesgo de la inversión en criptomonedas a partir de medidas de *performance* utilizando los índices de Sharpe, Treynor y Jensen.

Para finalizar, en el apartado de **Conclusiones** se exponen un compendio de resultados alcanzados en la investigación llevada a cabo. Según los datos obtenidos se concluye que hubo una recuperación del criptomercado durante 2019 en comparación a 2018, donde *Stellar* y *Ripple* destacan por ser las criptomonedas con

más volatilidad y a su vez las más rentables después de *Ripple* (datos mensuales). La correlación entre las criptomonedas y su propio mercado se encuentra entre valores moderados mientras que con el mercado de acciones y divisas es débil. Para conocer el nivel de rentabilidad que ofrece el criptomercado según el nivel de riesgo es recomendable probar modelos que tengan en cuenta otras variables influyentes distintas del factor mercado que propone el CAPM (*Capital Asset Pricing Model*). Por último, el resultado de aplicar las medidas de *performance* para conocer el grado de relación rentabilidad-riesgo es que *Bitcoin*, *Litecoin* y *Stellar* son las criptodivisas que más rentabilidad otorgan por unidad de riesgo.

A modo de **contribución** este trabajo pretende en los capítulos 1 y 2 de forma general informar y resolver dudas sobre las criptomonedas. Con el análisis realizado en el capítulo 4 se presentan evidencias desde diferentes ángulos de la rentabilidad y el riesgo de un grupo de criptomonedas que representa casi el 90% de la capitalización de todo el criptomercado. Además, al tratarse de la continuidad de una investigación realizada para el año 2018 se pueden poner en comparativa algunos resultados.

# 1. Puntos de interés sobre las criptomonedas

## 1.1 Definiciones principales y comercialización de criptomonedas

En este primer apartado se muestran las definiciones que han publicado diferentes entes para la denominación de criptomonedas y se hace referencia a los distintos mecanismos de comercialización de criptodivisas reconocidos por la Comisión Nacional del Mercado de Valores (CNMV).

Según el Banco Central Europeo (2012, pág.13) *“una moneda virtual es un tipo de dinero digital no regulado, que es emitido y generalmente controlado por sus desarrolladores, y utilizado y aceptado entre los miembros de una comunidad virtual específica”*.

ODF-FUNCAS (2014) ha definido las criptomonedas o criptodivisas como *“representaciones criptográficas de divisas o monedas para el intercambio de bienes y servicios a través de un sistema de transacciones electrónicas sin la presencia de un intermediario. Estas divisas se caracterizan porque la generación de nuevas unidades de moneda y la verificación de la transferencia de fondos se realizan de forma descentralizada sin la intervención de una autoridad central. El uso de técnicas criptográficas dota a sus transacciones de un carácter anónimo, preservando la privacidad, y de una mayor inmediatez en sus transacciones”*.

Sin embargo, las monedas virtuales o criptodivisas se diferencian de las monedas digitales, ya que la moneda digital es aquella que se produce y acumula de forma electrónica. Por lo tanto, las criptomonedas son un subconjunto de estas apoyadas por la criptografía. El BCE no puede vedar o regular las criptomonedas ya creadas fuera de su autoridad, pero sí las que lo estén. Las monedas digitales de los Bancos Centrales son *“divisas digitales emitidas por una autoridad monetaria central mediante el uso de la tecnología de registro descentralizado, aunque con el control y supervisión*

*del banco central. Combinan la seguridad del pago con la velocidad que proporcionan las cadenas de bloque, y no necesitan la intervención de terceros para ser verificadas. A diferencia de las criptomonedas son monedas de curso legal y, por ello, universalmente accesibles y válidas para todas las transacciones públicas y privadas, quedando la autoridad monetaria a cargo del control de dicha moneda digital” (ODF-FUNCAS, 2014).*

Por lo tanto, las criptomonedas son un medio de pago electrónico y descentralizado basado en la criptografía. La seguridad de sus transacciones se le otorga a la cadena de bloques o *Blockchain*. A diferencia del resto de alternativas existentes como medio de pago, las operaciones con criptodivisas garantizan el anonimato y la privacidad de los usuarios que intervienen en el proceso de pago. La principal disimilitud existente entre las criptomonedas y las monedas digitales de los Bancos Centrales es que al existir un intermediario financiero las transacciones como transferencias bancarias o pagos, no son anónimas y privadas, mientras que las criptomonedas no precisan de cuentas bancarias o tarjetas de crédito para efectuar operaciones (Härdle, Harvey & Reule, 2020).

Una diferencia importante entre los mercados de acciones y el criptomercado es que para obtener una acción es necesario pagar su precio en bolsa y es imposible comprar media acción de una empresa. En el caso de las criptomonedas esta situación si es posible, y al concepto de divisibilidad de la moneda se le denomina *token*, que es la unidad mínima divisible de una criptomoneda. Por ejemplo, 1 *Bitcoin* equivale a 100.000.000 unidades de su *token*, llamado *satoshi*, que pueden ser cambiados por otras monedas o *tokens* de otras criptodivisas.

Los *tokens* son fichas de pago cambiables por otra designación monetaria, o fichas de seguridad, solo para el empleo del sistema que las origina sin necesidad de transformarlas en dinero (ej., otorgan a los titulares acceso a un recurso digital como la red). Se aplica para toda transacción de bienes y servicios. Sus funciones y capacidades le facultan para conceder un derecho, efectuar el pago de servicios, transferir información, o cualquier actividad que requiera otorgar un valor (Blandin, Cloots, Hussain, Rauchs, Cloud & Zhang, 2019). Una clasificación más detallada de los tipos de *tokens* y criptomonedas se ofrece en el capítulo 2.

Otro concepto estrechamente vinculado al *token*, y no menos importante, son las ofertas iniciales de criptomonedas u oferta inicial de *tokens* (ICOs). Aparecen como una novedosa opción de recaudar fondos por parte de empresas tecnológicas que realizan su actividad a partir del sistema de cadena de bloques. La captación de fondos le permite ejercer una primera emisión de criptomonedas, donde los

inversionistas intercambian otras criptomonedas o divisas por las nuevas emitidas con el objetivo de usar las inversiones en la financiación de sus proyectos (Herraiz, Membrives & Prado, 2020).

Además de las ofertas iniciales de monedas existen otras formas de comercializar criptomonedas. La Comisión Nacional del Mercado de Valores (2018) ha publicado unas “*consideraciones... dirigidas a los profesionales del sector financiero*” sobre los distintos modos existentes que reconoce.

En primer lugar, de manera directa. De forma que el usuario obtiene las monedas a partir de la compra-venta en plataformas en línea o a partir de los cajeros automáticos de *bitcoins*. Algunos de estos son bidireccionales, uno permite la compra y venta de *bitcoins* y otro solo permite la compra. En la figura 1 del anexo se observa un ejemplo de estos cajeros, a pesar de su nombre (*Bitcoin ATM<sup>1</sup>*) permite la opción de comprar otras criptomonedas. La operación en los cajeros resulta más cara que operar en una plataforma, ya que tiene en cuenta los costes de fabricación, los costes de cambio de una criptodivisa a efectivo y viceversa, y el coste de arrendar el espacio donde se encuentra ubicado (CoinList, s.f.). Estados Unidos y Canadá son los países con mayor cantidad de cajeros automáticos, 67% y 11% respectivamente. La concentración de cajeros a nivel mundial se aprecia en la figura 2 del anexo, donde uno de cada cinco ejemplares se encuentra en Europa. España es el sexto país con mayor presencia de cajeros, un 1,5% aproximadamente (ODF-FUNCAS, 2019). El único cajero de Galicia se ubica en la provincia de A Coruña.

En segundo lugar, se puede comercializar a través de futuros, opciones y otros derivados. Como por ejemplo, los futuros sobre *Bitcoin* que han sido autorizados por la *Commodity Futures Trading Commission* (2020), que tiene como visión ser el estándar global para la regulación sólida de los derivados financieros. También se puede comercializar a partir de contratos por diferencias (CFDs) en los que se profundiza en el siguiente punto para hacer referencia en la relación entre los CFDs y el apalancamiento.

En tercer lugar, la compra de bonos estructurados con activos criptográficos como subyacente. Estos bonos son activos negociables con una fecha de vencimiento prevista, donde la rentabilidad obtenida estará subordinada a la evolución de un índice, acción o tipo de interés. En este caso será a la evolución en los precios de las criptodivisas.

---

1 *Automated Teller Machine*

Y en cuarto lugar, a partir de fondos de inversión colectiva que inviertan en criptoactivos. Es importante que estos fondos estén autorizados por la CNMV para operar en el mercado, sin embargo, hasta el momento no hay ningún fondo de este tipo registrado.

Salvo para las ICOs y la comercialización directa, lo que tienen en común el resto de casos analizados anteriormente es que para comerciar con estos productos en régimen de oferta pública es necesario que los inversores minoristas o no cualificados presenten un folleto aclaratorio que deberá ser aprobado por la CNMV, según establece la Ley del Mercado de Valores (Art. 35 RDL 4/2015).

## 1.2 Ventajas y desventajas del uso de las criptomonedas

Algunos expertos como Jorge Soriano, cofundador de *Criptan* o Iacopo Piersantelli, director ejecutivo de *Cryptounify*, coinciden en que son múltiples las ventajas que hacen sobresalir a las criptomonedas, en especial a *Bitcoin*, de los sistemas de pago tradicionales.

Entre estas ventajas destaca la descentralización, lo que permite que no exista ningún intermediario financiero y por lo tanto, una reducción considerable en los cobros por comisiones a clientes, además de un procesamiento rápido y seguro de las operaciones (Härdle, Harvey & Reule, 2020). Las criptomonedas con un límite de unidades, como *Bitcoin*, son deflacionarias, impidiendo que exista inflación. Las criptodivisas son rápidas e instantáneas, lo que combinado a un servicio universal y libre las hace aún más eficientes. Son seguras, ya que es imposible falsificar una operación gracias a la criptografía, y son transparentes, al hacer públicas todas las operaciones registradas en el bloque, manteniendo siempre las identidades anónimas. Es un servicio accesible a todos los usuarios que puedan conectarse a la red e imparabile, ya que no hay ningún mecanismo que pueda parar las transacciones efectuadas en *Blockchain*.

Las criptomonedas como medio de pago tienen desventajas, que en algunos supuestos también supone un riesgo, que serán analizados posteriormente con más detenimiento. La falta de regulación oficial hace más difícil la aceptación por un mayor número de usuarios. En comparación a otros medios de pago como Visa o *Master Card*, el número de operaciones que admite un bloque es menor. Quizás la mayor desventaja de este sistema es la necesidad de mantener a buen recaudo la clave

privada del propietario que permite realizar cualquier movimiento con las criptomonedas que ya son propiedad del inversor (Segarra, 2019).

### 1.3 Riesgos relativos a las criptomonedas y al uso del apalancamiento financiero en la especulación

En primer lugar, destacar que cualquier nueva tecnología supone un riesgo en sí y más para un sector de tanta importancia como es el financiero y monetario, donde en este caso, no solo se presenta una vía más rápida de realizar transacciones, sino que exhibe un modelo monetario de pre-emisión de criptomonedas sustituto al actual (Härdle, Harvey & Reule, 2020). A diferencia de otros mercados, el criptomercado destaca por la alta volatilidad de sus títulos y por la peculiaridad de los riesgos a tener en cuenta. Ante las grandes oscilaciones en los precios y rentabilidades, como por ejemplo, el desplome del valor de *Bitcoin* en casi un 70% de su máximo alcanzado en 2018 junto al resto de criptomonedas, el Banco de España en colaboración con la Comisión Nacional del Mercado de Valores alertaron de algunos riesgos derivados de esta posible burbuja especulativa. Entre ellos, la ausencia de regulación y respaldo de un organismo oficial o la falta de valor intrínseco (Expansión, 2018). En cuanto a este último riesgo existen distintas posturas. Por un lado, el presidente americano Donald Trump, y el gobernador del Banco de Inglaterra Andrew Bailey, la suscriben. Alegan que el valor de *Bitcoin* “*está basado en el aire*” y que no es suficiente la correlación existente entre su precio con el resto de activos clásicos. Sin embargo, por otro lado, los expertos en criptomonedas se muestran en total desacuerdo. Según Ari Paul, director de la empresa de inversión en criptomonedas, *Block Tower Capital*, su precio procede del valor que le otorgan los inversionistas, además, destaca la «no confiscabilidad» de las criptomonedas. Paul aseguró que *"Bitcoin es muchas cosas: su valor viene como la única forma de pagar por el espacio de la cadena de bloques de Bitcoin, pero diría que mucho más de su valor proviene de su resistencia a las incautaciones. Si quiero almacenar USD 1 de riqueza de una manera que no pueda ser incautada arbitrariamente por los gobiernos, necesito tener USD 1 de BTC, independientemente del precio por dólar de Bitcoin. Con esa perspectiva, es*

*vagamente comparable al sistema bancario offshore<sup>2</sup>, que es de aproximadamente USD 30 billones” (Young, 2020).*

Otro riesgo importante resaltado por la CNMV y el Banco de España (2018) es que la oferta de criptomonedas, ya sea directa o a través de ICOs, no está sujeto a las garantías y protecciones que pueda ofrecer la normativa a productos de inversión debido a que no existe ninguna ICO registrada y autorizada por parte de las instituciones de supervisión españolas. Del mismo modo, advierten a los inversores que de existir algún conflicto con alguna plataforma *online* de *trading* que se encuentre ubicada fuera del territorio español dicha incidencia será competencia del país donde se encuentre la plataforma.

Otros expertos como Jesús Pérez, director de la empresa de *coworking*<sup>3</sup>, CryptoPlaza, apunta como riesgo muy importante la seguridad de la clave privada del inversor, contraseña que le permite a los usuarios mover sus criptomonedas. Si el inversor pierde su clave no podrá hacer uso de sus activos, ya que cada contraseña es única e irremplazable (Segarra, 2019).

En el mercado especulativo de criptomonedas el riesgo se puede ver aumentado con el uso del apalancamiento financiero, ya que es otro modo de acceder a la inversión cuando el inversor dispone de poco capital. Existen *brokers* especializados en derivados con criptomonedas como subyacente que operan en plataformas *online* o en mercados de derivados financieros a disposición de inversores minoristas<sup>4</sup> como *CME Group*<sup>5</sup>(*Chicago Mercantile Exchange*), *CBOE*<sup>6</sup> (*Chicago Board Options Exchange*), *eToro*, *Bakkt*, *OKEx*, *Plus500*, *IG Option* o *Coinbase*.

Para una operación de *trading* con criptomonedas, el apalancamiento o grado de riesgo es un anticipo que realiza el corredor de manera temporal, tiene como fin que el inversor con una menor cantidad pueda hacer una transacción de importe superior (eToro, s.f.). Dicha operación es altamente rentable y se realiza a través de cuentas en plataformas de *trading* para la compra y venta de estos activos, basándose en derivados financieros y principalmente en contratos por diferencias (CFDs), en el cual las criptomonedas son el activo subyacente. Los CFDs son los más utilizados ya que son más flexibles a la hora de operar con la actividad oscilante de los precios sin

---

2 Sistemas financieros que no están controlados por las autoridades monetarias y fiscales de la banca tradicional (MundoOffshore, 2015).

3 Trabajo cooperativo o compartido que permite a trabajadores independientes usar un mismo espacio de trabajo.

4 La Autoridad Europea de Valores y Mercados considera inversor minorista aquellos clientes que no tienen suficientes conocimientos financieros y actúan a través de un *broker*.

5 Mercado americano de derivados financieros y productos básicos.

6 Mercado de opciones americano con mayores operaciones y volumen dentro del país.

necesidad de adquirir o deshacerse del activo. En este tipo de contrato el inversor cobra del intermediario la diferencia entre el precio de mercado existente al abrir posición y al cerrarla (Libertex, 2020). Un contrato de futuro con un criptoactivo como subyacente le permite al inversor moderar el riesgo derivado de las fluctuaciones en los niveles de precios, ya que posibilita adoptar una posición larga o corta en una fecha futura pero al precio de mercado vigente en el presente. A diferencia de los futuros, los contratos con opciones requieren el intercambio, en este caso virtual, del subyacente. El inversor puede optar por una posición larga, donde tiene el derecho pero no la obligación de adquirir el subyacente o una posición corta, donde tiene el derecho pero no la obligación de vender el subyacente. Como cada posición puede tener una opción *call* o *put* una de las dos partes tendrá la obligación de vender o comprar mientras que la otra parte puede elegir, siendo la parte que elige la que pague una prima por tener este derecho (Varela, 2019). Según la Autoridad Europea de Valores y Mercados (2013) los contratos por diferencias (instrumentos complejos) son acuerdos que realizan la posición larga o compradora y la posición corta o vendedora, en el cual se cambia el resultante de la diferencia entre el valor presente de un activo subyacente (criptomonedas) y el valor del mismo a vencimiento. A mayores, todos los derivados financieros *“son productos «apalancados»*. *Ofrecen una exposición a los mercados, exigiendo al inversor que aporte únicamente un pequeño margen («depósito») del valor total de la operación. Permiten a los inversores aprovecharse de la evolución de los precios al alza (asumiendo «posiciones largas»), o a la baja (asumiendo «posiciones cortas») de los activos subyacentes”*.

Cada inversor en el momento de realizar una compra puede decidir si desea o no hacer uso del apalancamiento, que está sujeto a diferentes limitaciones según el tipo de instrumento. Estas limitaciones dependen del factor multiplicador o «X» anunciado por el *broker* y que ha determinado la Autoridad Europea de Valores y Mercados (eToro, s.f.). En 2018 dicha autoridad promulga un nuevo ordenamiento con el objetivo de restringir los contratos por diferencias y amparar al inversor minorista, en el se establece una limitación máxima de 2 a 1 para las operaciones de criptomonedas sobre CFDs (Lemon, 2018). Por lo tanto, si un comprador deposita 500 € y el apalancamiento es x2, el valor en euros para esta posición corresponde a 1.000 €. Si hay una fluctuación en el criptomercado de 1%, el inversor puede ganar o perder 10 €. Finalmente, la negociación de derivados con un subyacente criptográfico presenta mayor nivel de riesgo en comparación a otro tipo de subyacente como acciones o índices de precios. Esto se debe principalmente a la constante oscilación en los precios de las criptomonedas y la volatilidad del criptomercado. La fluctuación en los

valores ocasiona grandes pérdidas a medida que el apalancamiento sea más elevado, por lo que es conveniente que los operadores minoristas tengan conocimiento de como funcionan el mercado y los derivados para realizar este tipo de operaciones (Varela, 2020).

A raíz de la crisis sanitaria del COVID-19, el 12 de marzo tuvo lugar un desplome considerable en la cotización de *Bitcoin*, donde el precio descendía casi un 50%, a USD 3.600 en la plataforma *BitMex* y entorno a USD 3.800 en la plataforma *Bitfinex*. Esta propensión bajista en el criptomercado coincidía también con el descenso de otros mercados, como por el ejemplo en el índice *Standard & Poor's 500* o en el precio del petróleo, y se vio acentuada a causa del alto nivel de apalancamiento que presenta el mercado de criptomonedas, haciendo por lo tanto, caer el valor de *Bitcoin* y demás *altcoins*<sup>7</sup>. La consecuencia de un elevado apalancamiento y una disminución del precio es que las posiciones de los inversores puedan ser liquidadas. Dado que el valor de *Bitcoin* se desplaza en posición contraria (larga o corta) y origina que sea liquidada la posición. No obstante, Ari Paul, director de *Block Tower Capital*, dijo al respecto que *“los gráficos y los precios realmente no eran un reflejo de las personas comprando o vendiendo sus criptomonedas a un precio específico, como hace el mercado la mayoría de las veces. Una vez que BTC cayó debajo de los USD 4.800, todo estaba totalmente dominado por el torrente de liquidaciones en BitMex, en particular; y por la venta de criptomonedas, tanto en casas de cambio como en las mesas de créditos, de forma general”*. Por lo que, cabe la posibilidad que el desencadenante de la pronunciada bajada de precios en *Bitcoin* fuese el alto grado de apalancamiento (Criptonoticias, 2020).

## 1.4 El papel de la criptografía en la tecnología *Blockchain* y la creación de *Bitcoin*

El siguiente apartado engloba dos aspectos muy importantes en la historia de las criptomonedas. Por un lado, el origen y la evolución de la criptografía que se convertirá en un pilar fundamental para una serie de proyectos que desencadenan en el surgimiento de la tecnología *Blockchain*. Y por otro lado, la creación de Satoshi Nakamoto, donde nace *Bitcoin*, la criptomoneda de referente mundial y el *software* en el que se basa esta moneda y el resto de *altcoins* que han surgido posteriormente.

---

<sup>7</sup> Se denomina así al resto de criptomonedas que no son *Bitcoin*.

Eric Hughes es un programador informático y matemático estadounidense cofundador del movimiento *Cypherpunk* que tuvo lugar sobre 1980. Defensor de la fusión de la criptografía y la creación de métodos anónimos que aseguran la privacidad de las transacciones y los individuos. En 1993, publicó el llamado Manifiesto *Cypherpunk* donde afirma que *“la privacidad es necesaria para una sociedad abierta en la era electrónica”*. La esencia principal que defiende este movimiento según declara dicho manifiesto es que *“un sistema para transacciones anónimas no es un sistema para transacciones secretas. Un sistema anónimo ofrece la capacidad a los individuos para revelar su identidad sólo cuando lo deseen; esta es la esencia de la privacidad”* (Hughes, 1993).

Un proceso fundamental que permitió la privacidad de los mensajes o la identidad de los individuos sin autorización a terceros fue la criptografía. El origen de la escritura oculta es bastante remoto y se remite a hace 4.000 años. Es una palabra natural del griego *«krypto»* que se traduce como oculto y *«graphos»* traducido como escribir (RAE, 2019). Los primeros jeroglíficos considerados como criptografía fueron los del Antiguo Egipto, donde fue necesaria la Piedra de Rosetta para descifrarlos (National Geographic, 2020). Luego surgió la escítala espartana o cifrado por transposición en la Antigua Grecia, funcionaba enrollando un trozo de pergamino a un pequeño poste (escítala) que ordenaba las letras y mostraba el mensaje.

Otro ejemplo es el cifrado César de la Antigua Roma, basado en convertir cada letra en otra que se encontrara un número de veces por delante de la letra verdadera. Julio César utilizaba un desplazamiento de tres letras y su sobrino Augusto un desplazamiento de una letra (Prieto, 2020). Estos sistemas de notas ocultas eran utilizados con fines militares.

A lo largo de la historia nuevos mecanismos surgieron, empleados por los árabes (análisis de frecuencia), los renacentistas (cifrado Alberti) y durante la Segunda Guerra Mundial (rueda de cifrado de Thomas Jefferson, máquina analítica de Charles Babbage y máquina Enigma). En la figura 2 del anexo se observan imágenes de alguno de estos instrumentos que a día de hoy se conservan en museos.

Pasada la Segunda Guerra Mundial la criptografía dio un salto gigante de la mano de un conocido matemático e ingeniero eléctrico, apodado como el padre de la teoría de la comunicación y la información, Claude Elwood Shannon. No solo fue quien sentó las bases de la telefonía e *Internet*, sino también de la teoría del diseño de circuitos digitales. En 1949 publicó el ensayo *“A Mathematical Theory of Cryptography”* donde postuló que con suficiente tiempo y una muestra lo suficientemente grande del texto cifrado, cada cifra se puede romper. Sostuvo que un número, al que llamó la

distancia de unicidad, que representa la cantidad de texto de cifrado que se necesita para descifrar un mensaje, podría medirse por el volumen de incertidumbre presente en la clave. Si la distancia de unicidad es infinita (la secuencia de números en la clave es genuinamente aleatoria y es al menos tan largo como el mensaje) el mensaje es indescifrable. Mientras menos incertidumbre haya en la clave, más posibilidad de descifrarla. Sin embargo, todas sus investigaciones quedaron bajo la supervisión de la Agencia de Seguridad Nacional de los Estados Unidos para usos de espionaje y asuntos de inteligencia nacional (University of California Television, 2008).

David Chaum es un descubridor, autor de protocolos criptográficos y catedrático de la Universidad de California que desarrolló las primeras evidencias de que era posible fusionar la criptografía y la moneda digital. En el artículo "*Blind signatures for untraceable payments*", Chaum (1982) desarrolla como esta fusión hace posible ocultar las transacciones efectuadas, así como la identidad de quienes las efectúan. Basándose en sus protocolos, crea en 1990 el sistema centralizado de dinero electrónico llamado *eCash* que posibilita unas operaciones fiables y de manera anónima. Wei Dai, ingeniero informático chino, graduado en la Universidad de Washington, hizo importantes contribuciones al ámbito de las monedas virtuales y la criptografía. Ideó en 1998 el sistema *B-Money*, basado en dos protocolos. Por una parte, Dai opinaba que con los progresos de la criptografía en las criptomonedas no era necesario el papel intermediario de bancos y gobiernos para las transacciones y por otra parte, planteó un algoritmo para autenticar los mensajes, VMAC (Dai, 1998).

En 1997, surge la idea de un nuevo sistema llamado *Hashcash* de la mano de Adam Black, criptógrafo seguidor del movimiento *Cypherpunk*. El método buscaba limitar los envíos masivos de *spam* a partir de pruebas de trabajo. Comprobando que los envíos de correos efectuados por los ordenadores aplicaron recursos y cierto tiempo previo para mandar esos correos (Black, 1997). Este nuevo sistema fue el que inspiró a Satoshi Nakamoto para la creación de *Blockchain* años después.

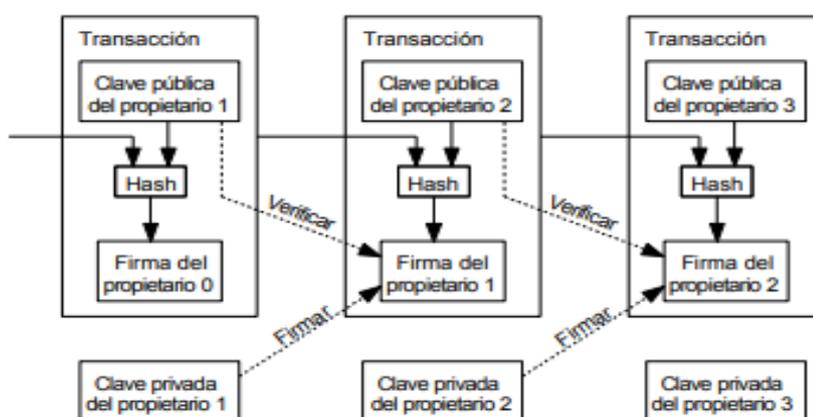
La ideología que llevó a cabo el trabajo de estos hombres no es compatible con el uso actual de sus investigaciones. Si bien los Bancos Centrales y empresas tecnológicas se han beneficiado del uso de la criptografía o *Blockchain* para crear sus propias monedas digitales, sus ideales de eliminar a los intermediarios financieros en este proceso no tienen cabida. Al menos no en los próximos años.

Satoshi Nakamoto afirma ser un residente japonés de actualmente 44 años. Debido a su anonimato se ha puesto en duda que el creador de *Bitcoin* y la tecnología *Blockchain* se trate de un solo individuo. Más bien, se especula que bajo este

pseudónimo se encuentren un grupo de personas informáticos, criptólogos y matemáticos de procedencia desconocida.

Nakamoto (2009) definió “una moneda electrónica como una cadena de firmas digitales. Cada propietario transfiere la moneda al siguiente propietario firmando digitalmente un hash (clave digital) de la transacción previa y la clave pública del siguiente propietario, y añadiendo ambos al final de la moneda. El beneficiario puede verificar las firmas para verificar la cadena de propiedad”. Este procedimiento de transacción de *Bitcoin* se observa de manera esquemática en la figura 1.

Figura 1: Proceso de transacciones de *Bitcoin*



Fuente: *Bitcoin.org*

En 2009, Nakamoto hizo público el escrito “*Bitcoin: A peer-to-peer Electronic Cash System*” que muestra el *software* y la tecnología en las que se basa la criptomoneda y *Blockchain* o cadena de bloques.

De una manera sencilla, *Blockchain* se define como un sistema que permite hacer transacciones entre múltiples clientes de forma segura y sin intermediarios en *Internet*. Se trata de una tecnología totalmente encriptada, que permite mantener anónimo al sujeto y los datos de sus operaciones efectuadas en la red. Las transacciones que se registran se anotan en un libro digital contable, conectado en bloques (de aquí su nombre), que van siendo entrelazados de manera sucesiva. En cada bloque de la cadena se almacena una cantidad de registros numéricos de forma digital que no pueden ser modificados salvo que todos los integrantes (mineros) lo consientan. A pesar de que tiene esta condición nunca se cumple, ya que es imposible que millones de mineros consientan que se revoque la operación que ya forma parte de un bloque.

Los bloques vinculan la información a través del *hash* (un único código), guardando la cadena completa en cada nodo de la red que conforma la *Blockchain* (Tapscott, 2017). Para profundizar bien en este concepto es necesario tener claro algunas definiciones claves. Los mineros son computadores que participan en el trabajo para resolver el nuevo *hash* que añade nuevos bloques a la cadena. El tiempo que transcurre para que cada bloque forme parte de la cadena es de 10 minutos. Cada vez que un minero consigue resolver un reto en la red recibe una recompensa en *bitcoins* por su esfuerzo, lo que es también denominado proceso de minería. Al ser un sistema descentralizado, es la propia red la que debe pagar de alguna forma a los nodos para que estos trabajen para ella.

El término nodo hace referencia a los equipos informáticos que están conectados a la red *peer-to-peer*, estos equipos permanecen conectados todo el tiempo a la *Blockchain* en tiempo real. Cuando se realiza una transacción la cadena de bloques notifica a los nodos para almacenar en cada uno de ellos la operación efectuada en ese instante.

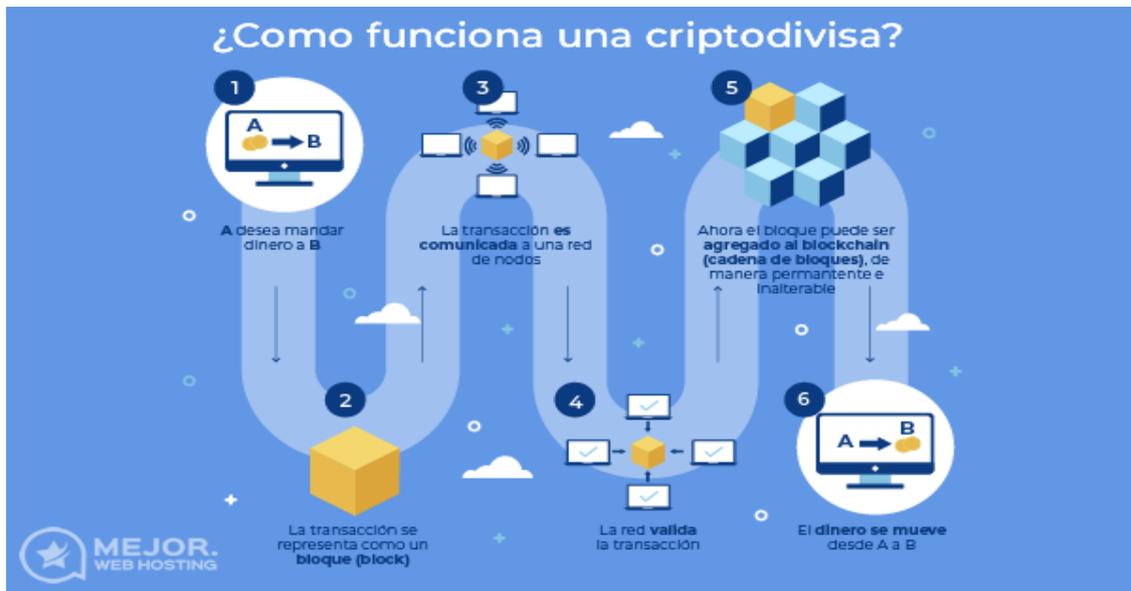
La red *peer-to-peer* es un prototipo descentralizado donde se realizan operaciones de compra y venta de persona a persona en cualquier tamaño sin la intervención de terceros. Desde otro punto de vista, *“los sistemas *peer-to-peer* son sistemas distribuidos consistentes de nodos interconectados capaces de organizarse a sí mismos dentro de topologías de redes con el propósito de compartir recursos tales como contenidos, almacenaje y ancho de banda, capaces de adaptarse a las fallas y acomodarse a poblaciones transitorias de nodos mientras mantienen una aceptable conectividad y rendimiento, sin requerir intermediación o soporte de un servidor o autoridad global centralizada”* (Androutsellis-Theotokis y Spinellis, 2004).

El código *hash* es utilizado para reconocer una función criptográfica que tiene la finalidad de codificar información para establecer una cadena única de caracteres. Este código es un número que se genera en base a la encriptación del contenido del bloque mediante el protocolo SHA-256 y el *hash* del bloque anterior. Si se modifica el contenido del primer bloque no coincidirá con el *hash* resultante del siguiente bloque.

La clave privada del propietario es la clave de autorización del movimiento de criptoactivos en la *Blockchain*. Se caracteriza por ser altamente fiable, ya que no se puede modificar ni copiar. Si el usuario que recibe *bitcoins* en este caso pierde su clave, no podrá disponer de ellos en el momento que desee hacer alguna otra operación, se perderían definitivamente. Lo que significa que ese bloque y esos *bitcoins* siguen existiendo y son de su propiedad pero no se podrá hacer uso de ellos, ya que la clave no puede ser modificada.

Teniendo en cuenta los distintos componentes que intervienen para realizar una transacción en la cadena de bloques, en la figura 2 se observa el proceso de funcionamiento de *Blockchain* paso a paso para realizar una operación.

Figura 2: Funcionamiento de la *Blockchain*



Fuente: *AutoTradingFactory*

## 1.5 Legislación de las criptomonedas y los *tokens*

La llegada de las criptomonedas y los *tokens* ha supuesto una amplia duda para los inversores acerca de su tributación. Para ello, mientras los Bancos Centrales estudian cómo adaptar las monedas virtuales al sistema económico y en vista de que su principal uso es especulativo, las ganancias y pérdidas correspondientes de las inversiones en criptomonedas se acogerán a la legislación vigente para los productos financieros.

Según la Dirección General de la Agencia Tributaria, por la que se aprueban las directrices generales del Plan Anual de Control Tributario y Aduanero, la Agencia Tributaria comenzó a dirigir su atención a la incidencia fiscal de las criptomonedas y *Blockchain* en sus planes de inspección (RAEAT, 8 de enero de 2018).

En primer lugar, es necesario tener en cuenta la existencia de tres ámbitos importantes susceptibles de legislación:

- El proceso de minería por el que se originan las criptomonedas, explicado en el apartado 1.4.

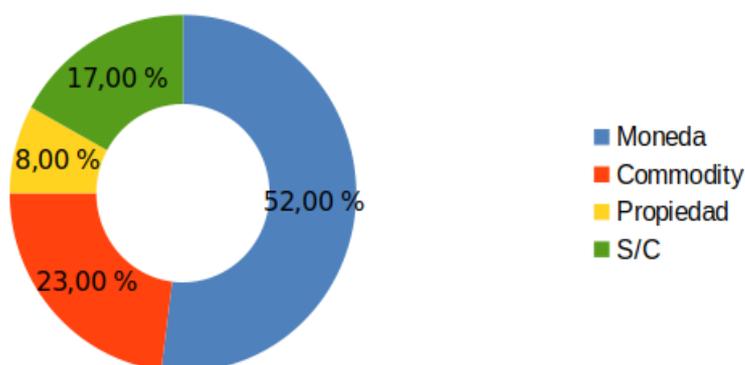
- Su empleo como medio de pago.
- Su uso como bien de inversión o especulación que puede repercutir en impuestos como el IRPF o el Impuesto sobre el Patrimonio (IP).

### 1.5.1 Empleo como medio de pago

El Tribunal de Justicia de la Unión Europea (2015) dictando sentencia en varios casos referentes a la sujeción al IVA por el intercambio de criptodivisas por divisas tradicionales, aceptó *Bitcoin* como moneda digital en uso a forma de medio de pago que se beneficia de estar exento en este impuesto, en la sentencia con fecha 22 de octubre de 2015, asunto [C-264/14]. No obstante, no es posible sacar de un contexto fiscal la calificación de medio de pago a *Bitcoin* otorgada en la sentencia, ya que infiere en cuestiones de seguridad jurídica y va en contra de la opinión del BCE (Peña, 2019).

El Banco Central Europeo (2018) considera *Bitcoin* un activo especulativo, pero no apoya su uso como moneda. Justificando que una moneda virtual no tiene ningún respaldo legal, no es un medio de pago aceptado de forma oficial y tiene una volatilidad muy alta. El gráfico 1 muestra la clasificación (en porcentaje) que han otorgado un grupo de países, según un estudio realizado por ODF-FUNCAS (2019). El informe no especifica cuáles son las 134 naciones que se encuentran detrás de este estudio pero, Alemania y España, desde un punto de vista fiscal, reconocen a las criptomonedas como una criptomoneda cuando se emplee como medio de pago. Otros países como Japón han declarado *Bitcoin* moneda de curso legal, mientras que en Estados Unidos se considera una *commodity*. Sin embargo, queda prohibido su uso en otros países como Rusia, Bolivia o China (Peña, 2019).

Gráfico 1: Clasificación de *Bitcoin* por países (%)



Fuente: ODF-FUNCAS/ Elaboración propia

## 1.5.2 Uso como bien de inversión: Tributación en el IRPF, IAE, IVA e IP

Según la Resolución Vinculante de la Dirección General de Tributos (2018) de 22 de marzo, que remite al artículo 2 de la Ley 35/2006 del IRPF, tiene lugar una ganancia o pérdida patrimonial cuando se cambian criptomonedas por otras surgiendo variaciones en el patrimonio, y por lo tanto, debe declararse. Dichas ganancias resultan de la diferencia entre el valor de transmisión y el valor de adquisición, y tributarán en un porcentaje que oscila entre el 19% y 23% (Art.66.2.1º LIRPF).

Para mostrar la veracidad de la operación ante Hacienda es necesario guardar los justificantes que muestren dichos valores. En todo caso, no está en obligación de declararse aquellas ganancias con límite anual de 1.000 euros o las pérdidas inferiores a 500 euros (Art. 96.2c LIRPF). Es muy usual que las ganancias provengan de operaciones que se realizaron en diferentes períodos de tiempo, por lo que se emplearán los métodos de precio medio ponderado o FIFO según convengan. En el caso de pérdidas por la inversión de criptomonedas o *tokens* serán compensadas por las ganancias generadas de los próximos 4 años venideros (LIRPF 35/2006, de 28 de noviembre).

Los *tokens* provenientes de las ICOs, empresas tecnológicas privadas que emiten criptomonedas para financiar sus proyectos con la inversión obtenida, no se tratan como ganancia patrimonial sino como rendimientos del capital mobiliario. La Autoridad Europea de Valores y Mercados (ESMA) alerta a los inversionistas de las posibilidades de perder el capital expuesto en estas ofertas a causa de la volatilidad constante del precio de los cryptoactivos. Además, señala que este tipo de títulos podrían no estar sujetos a la regulación de la Unión Europea, y por lo tanto, no ser protegida por la legislación vigente (CNMV, 2017).

En cuanto a los mineros, realizan una actividad empresarial por cuenta propia que debe ser dada de alta en el Impuesto de Actividades Económicas (IAE) como “Otros servicios financieros” (epígrafe 831.9) perteneciente al grupo 831 de “Auxiliares financieros”, además de ser dados de alta en la Seguridad Social como autónomos (RDL 1175/1190, de 28 de septiembre).

La actividad de la minería no está sujeta a IVA debido a que sus servicios no se hacen sobre un individuo, sino a través de *Blockchain* como ha publicado la Resolución Vinculante de Dirección General de Tributos de 31 de agosto de 2016. Sin embargo, deben ser declarados los rendimientos por actividades económicas al igual que las

ganancias patrimoniales. Las recompensas obtenidas del proceso de minado deben tributar en el IRPF como ingresos de su actividad económica a la tasa de cambio que se ha recibido el ingreso. Los mineros tienen la obligación de presentar declaraciones trimestrales, declarar el IRPF anualmente y tener control de los libros registros (Asepyme, 2019).

Para calcular la tasa de cambio de criptomonedas diaria se tiene en cuenta el valor actual de cada una de ellas en tiempo real, donde se halla el precio promedio de cada uno de los valores en los distintos mercados de criptodivisas mundiales donde las monedas coticen. Por tanto, el tipo de cambio puede variar varias veces en un corto período de tiempo, no como en los mercados tradicionales donde la tasa de cambio de divisas se mantiene para todo un día. En dependencia de la plataforma *exchange*<sup>8</sup> los valores de intercambio pueden actualizarse cada 30 segundos o 1 minuto. Siempre habrá criptomonedas que tengan una mejor tasa de cambio que otras. Hay *traders* que analizan diariamente los tipos de cambio de las criptodivisas ya que cuando el tipo alcanza un precio mínimo es un buen momento para adquirir criptomonedas y cuando muestra un tipo máximo de vender (Crypto Rates Exchange, 2020).

Al igual que los capitales obtenidos de las acciones o fondos, las monedas virtuales deben tributar en el Impuesto sobre el Patrimonio. A pesar de que es un impuesto nacional también le concierne a las Comunidades Autónomas establecer algunas competencias normativas acerca de los tipos de gravamen, deducciones y bonificaciones de la cuota o el mínimo exento.

Por otra parte, el modelo 720 es una declaración informativa para poner en conocimiento de la Agencia Tributaria los bienes y derechos que posee el contribuyente en el extranjero, propuesta por la Ley 58/2003, de 17 de diciembre, General Tributaria, que da ejecución a tres aspectos:

- Obligación de informar acerca de cuentas en entidades financieras situadas en el extranjero (Art.42bis.1 RD 1065/2007).
- Obligación de información sobre valores, derechos, seguros y rentas depositadas, gestionadas u obtenidas en el extranjero (Art.42ter.1 RD 1065/2007).
- Obligación de información sobre bienes inmuebles y derechos sobre bienes inmuebles situados en el extranjero (Art.54bis.1 RD 1065/2007).

Debe de ser declarado el Modelo 720 si las empresas dueñas de las *exchange* donde se encuentran las inversiones están fuera del territorio nacional. Sin embargo, aunque

---

<sup>8</sup> Plataformas *online* en las que se intercambian monedas digitales por monedas tradicionales, mercancías u otras criptomonedas.

las empresas no se ubiquen dentro de España no será necesario presentar el modelo si cumplen los siguientes requisitos:

- Si a 31 de diciembre el saldo no supera los 50.000 euros (Art.42bis.4e RD 1065/2007).
- Si a 31 de diciembre se hallan depositadas las criptomonedas en un *ledger nano*<sup>9</sup>, ya que se entiende que se ubican en España.

## 1.6 Actualidad del criptomercado: impacto del COVID-19 y surgimiento de otras monedas estables. *Bitcoin*, ¿oro digital?

Actualmente existen múltiples plataformas de *trading* para realizar operaciones de compra y venta de criptomonedas. En marzo de 2020, *Investing* registra una variedad de 2.812 criptodivisas, casi 700 más que en marzo de 2019, pero que puede ir variando sin justificación alguna. Según el informe semestral “Criptomercados y *Blockchain*” elaborado por ODF-FUNCAS (2019), en diciembre de 2019 la capitalización del mercado minoró a poco más de 193 mil millones de dólares de los 325 mil millones ganados en junio de 2019 como se observa en los datos proporcionados por la tabla 1.

Tabla 1: Capitalización del criptomercado en diciembre de 2019

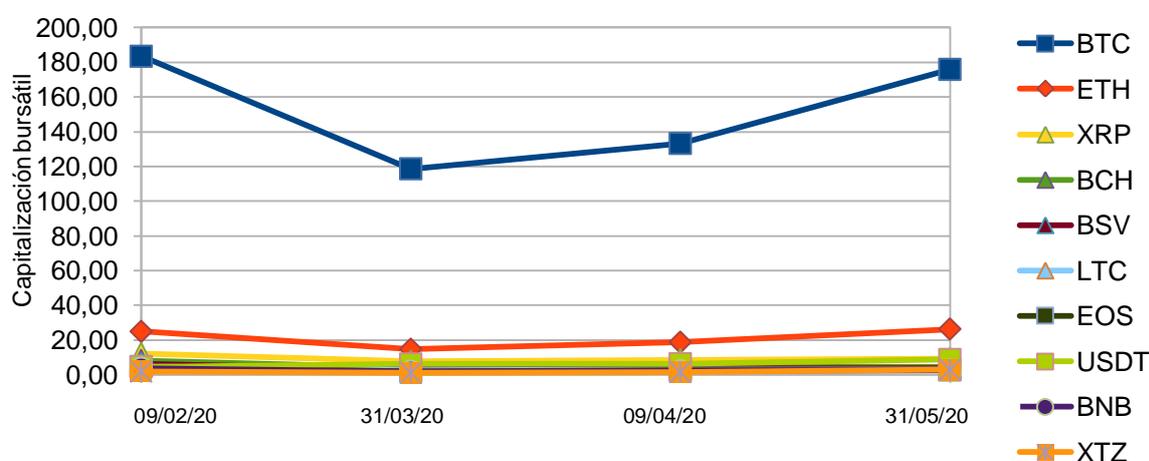
	Criptomoneda	Capitalización	Precio	Volumen (24h)	Coste transacción
Datos 31 diciembre 2019	1 Bitcoin (BTC)	\$130.580.829.150	\$7.200,2	\$18.565.664.997	\$0,5463
	2 Ethereum (ETH)	\$14.271.059.633	\$130,80	\$7.935.230.330	\$0,1047
	3 Ripple (XRP)	\$8.349.802.256	\$0,1927	\$1.041.134.003	\$0,0004
	4 Tether (USDT)	\$4.107.371.140	\$1,00	\$21.503.143.454	-
	5 Bitcoin Cash (BCH)	\$3.719.917.644	\$204,40	\$1.456.113.692	\$0,0032
	6 Litecoin (LTC)	\$2.679.229.284	\$42,02	\$2.782.992.323	\$0,0204
	7 EOS (EOS)	\$2.459.275.340	\$2,60	\$1.430.406.509	\$0,0232
	8 Binance Coin (BNB)	\$2.129.155.037	\$13,69	\$172.980.718	\$0,0950
	9 Bitcoin SV (BSV)	\$1.756.282.440	\$97,20	\$450.643.882	\$0,0004
	10 Stellar (XLM)	\$911.500.592	\$0,0455	\$168.402.204	\$0,0000
Criptomercado (Total)		\$193.081.661.637	-	\$76.464.430.780	-

Fuente: ODF-FUNCAS

9 Monedero para guardar las criptomonedas de manera segura. Tiene forma de pendrive.

Aunque la evolución de la capitalización en el segundo semestre ha sido negativa (-41%) para las principales criptomonedas, con excepción de *Tether* (USDT) que tiene un valor casi constante entorno a \$ 1, el crecimiento general durante el 2019 es del 54%, a causa de la revalorización del 159% en el primer semestre. El gráfico 3 muestra la variación de las capitalizaciones por criptomonedas durante la etapa de COVID-19. Hasta febrero de 2020 la capitalización ascendió a \$ 293.645.459.591 donde las diez primeras criptodivisas ocupaban el 86,88% de la cuota del mercado. En tan solo un mes, el mercado se ha visto perjudicado por la crisis que ha derivado el COVID-19. La capitalización descendió en marzo hasta \$ 182.185.390.068 y las monedas con mayor capitalización pasan a tener una cuota del 89,05%, a pesar que el volumen y sus precios han disminuido. El 31 de mayo la capitalización es de \$ 269.031.777.029 y la cuota de mercado es del 89,13%. En el gráfico 2 se aprecia que los mayores volúmenes de descenso los sufrió *Bitcoin*, mientras que en el resto de criptomonedas fue más moderado. En el mes de mayo el criptomercado comienza a recuperarse hasta llegar casi a los valores anteriores a la crisis.

Gráfico 2: Impacto del COVID-19 en la capitalización del criptomercado



Fuente: Elaboración propia

Geográficamente, Estados Unidos con un 21% y Alemania con un 20% son los países más activos en el criptomercado por tener un mayor número de nodos de *Bitcoin*. Además, el país americano junto a China y Corea del Sur tienen un mayor número de cuentas asociadas a *exchanges*. Referente a las ICOs, Estados Unidos sigue siendo líder en cuanto a la distribución de la inversión y volumen de recaudación en emisiones de *tokens*, seguido por Rusia y Suiza (Finnovating, 2019; p. 10-11).

En junio de 2019, la compañía americana de redes sociales y publicidad *Facebook Incorporated* anunciaba el lanzamiento de su moneda digital estable (*stablecoin*), *Libra*. Con el apoyo e inversión de otras empresas conocidas como *Pay-Pal*, *Uber* y *Master Card*, la moneda estaría respaldada en diversas divisas, depósitos bancarios y deuda de algunas naciones. Con una noticia como esta hizo falta menos de una semana para que los principales entes mundiales reaccionaran. La subgobernadora del Banco de España, Margarita Delgado, mostró su preocupación de que pudiera tornarse “*un elemento desestabilizador para la economía*” (Vargas, 2019). Por otro lado, Yves Mersch, miembro del Comité Ejecutivo del Banco Central Europeo opinó que “*en función del nivel de aceptación de Libra y del papel del euro en su canasta de divisas de reserva, podría reducir el control del BCE sobre el euro*” (El País, 2019). Donald Trump, mostraba también su desconfianza hacia esta idea y exhortó a las empresas interesadas en estas actividades a gestionar una licencia bancaria que les permitiese actuar como un banco y que estén sujetas a la regulación financiera (Expansión, 2019). A pesar de que *Libra* proponía ofrecer servicios sin necesidad de acceso a las cuentas bancarias de sus clientes, garantizar el anonimato, disminuir el coste de las remesas y los gastos transfronterizos, la criptodivisa no vería la luz. Ante la ausencia de una regulación mundial la llegada de *Libra* podría ser causa de evasiones fiscales, financiación del terrorismo y blanqueo de capitales por lo que *Facebook* en un principio optó por aplazar su proyecto hasta que se hiciesen los cambios legislativos pertinentes (Eichengreen, 2019). Sin embargo, la compañía anunciaba en abril de 2020 que el proyecto de *Libra* se ha retomado con algunos cambios en la propuesta inicial. La nueva *Libra* “*ofrecerá monedas estables vinculadas a las monedas nacionales, con los gobiernos capaces de «integrar directamente» cualquier moneda digital del banco central en la red de Libra*”. A esta nueva idea se ha sumado Stuart Levey, ex-subsecretario del Tesoro para Terrorismo e Inteligencia Financiera durante el mandato de los presidentes G. W. Bush y B. Obama, el sistema de pagos en línea *Checkout* y la empresa singapurense de inversión *Temasek*. Además, con el fin de que una vez más la falta de regulación y legislación en Estados Unidos no interfiera con el proyecto, *Facebook* planea establecer un grupo de defensa política que le permita superar estos inconvenientes. Al igual que en el proyecto original, *Libra* no necesitará acceder a las cuentas bancarias de los usuarios para operar, pero, como novedad, a diferencia de cualquier otra moneda estable pretende saltarse el papel de los bancos como intermediarios. Siendo la primera moneda virtual que se asemeje a la descentralización, ya que no responde ante las instituciones financieras, pero sí ante la empresa creadora (Fintech Futures, 2020).

En 2019, con la creación de Libra en el aire fueron apareciendo nuevas iniciativas de monedas digitales estables como Saga, fundada por Ido Sadeh Man de la mano de la compañía inglesa *Saga Monetary Technologies Limited*. Es una moneda asociada a una canasta de divisas fiduciarias que a su vez se encuentra ligada a los Derechos Especiales de Giro creados en 1969 por el Fondo Monetario Internacional, con el fin de suplementar las reservas oficiales de los miembros de la Unión Europea. El valor de Saga se vincula con las divisas más importantes como el euro, dólar, yen, yuan y la libra esterlina. Además, cuenta con las recomendaciones de Myron Scholes, ganador del Premio Nobel de Economía en 1997 (SAGA, 2019). La tecnología empleada está soportada en *Blockchain* y la oferta monetaria ha sido ajustada a partir de contratos inteligentes, concepto que se analiza más adelante. Es un proyecto que colabora con las entidades financieras y no actúa al margen de la regulación. Aunque procura mantener la privacidad del cliente no se garantiza el anonimato de la transacción, ya que es necesario procurar que no se desarrollan operaciones de lavado de dinero (Bloomberg, 2019).

La preocupación de que las *BigTech* salgan adelante con sus proyectos de *stablecoins*, ha forzado que los Bancos Centrales se pongan al día en esta materia. Seis de las entidades más importantes a nivel mundial (BCE, Suiza, Reino Unido, China, Suecia y Japón) han mostrado su intención de instituir un equipo de trabajo para estudiar junto al Banco de Pagos Internacionales las oportunidades y restricciones de las monedas digitales. A día de hoy, no es inminente por parte de estas entidades la creación de una moneda, pero sí su compromiso de crear una legislación lo más pronto posible. China es el país que ha apostado por la materialización inmediata de una moneda estable. Su propuesta oficial sustituta del yuan es DC/EP (*Digital Currency/Electronic Payment*) y puede salir a la luz a lo largo de 2020 o 2021. Por su parte, la Reserva Federal realiza su propia investigación para el lanzamiento de una moneda sustituta del dólar (*Fedcoin*), que le permita seguir siendo el referente mundial (Reuters, 2019).

Desde la llegada de *Bitcoin* y teniendo en cuenta sus valores históricos, algunos expertos y empresarios aceptan y otros rechazan la idea de *Bitcoin* como «oro digital» y por lo tanto, como reserva de valor. En 2018 el vicepresidente del *holding* americano *Berkshire Hathaway*, Charlie Munger, describió a *Bitcoin* como “oro artificial y sin valor”, ya que es altamente volátil y no está respaldado por ningún recurso. El presidente de la misma empresa, Warren Buffett y Donald Trump están de acuerdo en que no puede compararse como oro un producto que ni siquiera tiene valor real (Young, 2020). El consejero delegado de la empresa leonesa *EurocoinPay*, Herminio

Fernández, asegura que *“la capitalización de Bitcoin es del 2,5% del valor del oro. Si la gente confiase en esta criptomoneda y llegase al 10% estaríamos ante una gran oportunidad de inversión”* (EFE, 2020). Desde otro punto de vista, expertos como el analista Joaquín Robles de la plataforma de negociación XTB y Stefan Hofrichter, jefe de *Allianz Global Investors*, creen que en los momentos de crisis como la actual, las monedas digitales no son un activo de protección ante la incertidumbre que proporciona el mercado. Sin embargo, creen más fiables otras criptomonedas como las *stablecoins* o criptomonedas estatales (DC/EP), que son menos volátiles y están respaldadas por una cesta de divisas (EFE, 2020).

Por otro lado, en momentos de crisis una característica distintiva de los activos refugios es que son escasos, lo que atrae el interés de los inversores. Por lo tanto, es un punto a favor de la criptomoneda *Bitcoin*, ya que su creador la limitó a 21 millones de unidades. Según Jorge Soriano, cofundador de *Criptan*, *“el valor de Bitcoin como reserva de valor está casi a la par que el del oro. Es un ratio producto de la relación entre la cantidad de un producto almacenado en reserva (stock) y la cantidad producida en un tiempo determinado (flujo). El stock se divide entre el flujo y da como resultado un valor que sirve para establecer su importancia como reserva”* (Sierra, 2020). El flujo de *Bitcoin* se ve reducido cada cuatro años por el proceso de *«halving»* que se explica en el capítulo 2, y que reduce la producción futura de *bitcoins* a través del minado a la mitad. Por lo que, a medida que pasa el tiempo el flujo de esta criptodivisa es más escaso, con el objetivo de ralentizar el minado de los 21 millón de *bitcoins*.

A día de hoy no es posible afirmar que *Bitcoin* sea una reserva de valor, ya que la opinión entre los expertos es muy dispar. Además, *Bitcoin* no tienen el apoyo de ninguna entidad oficial, que es al fin y al cabo quien dicta las normas y regula el ámbito monetario.

## 2. Descripción y clasificación de las criptomonedas objeto de estudio y su desarrollo dentro del mercado

### 2.1 Presentación de las diez criptomonedas analizadas

Cada criptomoneda por individual tiene sus propias características, similitudes y limitaciones. En este apartado se exponen los rasgos más importantes a tener en cuenta en las diez monedas que se analizan en este trabajo.

📍 **Bitcoin (BTC):** “es una innovadora red de pagos y una nueva clase de dinero” (Bitcoin, 2020). La primera moneda virtual del mercado se caracteriza por la rapidez de las transacciones entre usuarios, sus bajas o en algunos casos inexistentes comisiones y su pagos por todo el mundo. A pesar de su volatilidad se usa como moneda para compra de bienes y servicios, pagos y como reserva de valor. Su límite máximo de unidades está establecido en 21 millones de los 18,41 millones que ahora circulan en el mercado y que se irán generando hasta el año 2140 gracias al proceso de **halving**. Esta característica indica que BTC tendrá un perfil deflacionario, ya que cada nueva unidad tendrá un valor menor al anterior. Que *Bitcoin* sea deflacionaria no es casualidad, sino que tiene entre sus objetivos eliminar la inflación. Su precio más elevado en el mercado llegó a \$ 19.345,50 en diciembre de 2017 según *Investing*.

- **Halving:** es un proceso automático que reduce a la mitad la recompensa de *bitcoins* a mineros a partir de un número de bloques, proceso que se observa por completo en la tabla 2. Este mecanismo se va produciendo una y otra vez reduciendo la recompensa actual en ese instante a la mitad hasta que al final sea de cero y se llegue al máximo de 21 millones de unidades. El último ciclo de *halving* comenzó el 12 de mayo de 2020 y se

estima que cada nuevo proceso tiene lugar cada 4 años aproximadamente (BTC Direct, 2020).

Tabla 2: Proceso de *halving* de *Bitcoin*

Bloque	Era recompensa	BTC/bloque	BTC Inicio	BTC añadido	BTC Finales	Incremento BTC	% BTC del límite en circulación
0	1	50,000,000	0,000,000	10,500,000,000	10,500,000,000	Infinito	50,000,000,000%
210,000	2	25,000,000	10,500,000,000	5,250,000,000	15,750,000,000	50,000,000,000%	75,000,000,000%
420,000	3	12,500,000	15,750,000,000	2,625,000,000	18,375,000,000	16,666,666,667%	87,500,000,000%
630,000	4	6,250,000	18,375,000,000	1,312,500,000	19,687,500,000	71,428,571,400%	93,750,000,000%
840,000	5	3,125,000	19,687,500,000	656,250,000	20,343,750,000	33,333,333,330%	96,875,000,000%
1,050,000	6	1,562,500	20,343,750,000	328,125,000	20,671,875,000	16,129,032,300%	98,437,500,000%
1,260,000	7	781,250	20,671,875,000	164,062,500	20,835,937,500	0,793,650,799%	99,218,750,000%
1,470,000	8	390,625	20,835,937,500	82,031,250	20,917,968,750	0,393,700,799%	99,609,375,000%
1,680,000	9	195,312,500	20,917,968,750	41,015,625	20,958,984,375	0,196,078,439%	99,804,687,610%
1,890,000	10	97,656,250	20,958,984,375	20,507,812,500	20,979,492,187,500	0,097,847,366%	99,902,343,866%
2,100,000	11	48,828,125	20,979,492,187,500	10,253,905,250	20,989,746,092,700	0,048,875,855%	99,951,171,988%
2,310,000	12	24,414,062,500	20,989,746,092,700	5,126,952,625	20,994,873,045,300	0,024,425,929%	99,975,586,040%
2,520,000	13	12,207,031,250	20,994,873,045,300	2,563,476,312,500	20,997,436,521,600	0,012,210,011%	99,987,793,070%
2,730,000	14	6,103,515,625	20,997,436,521,600	1,281,737,156,250	20,998,718,258,700	0,006,104,266%	99,993,896,580%
2,940,000	15	3,051,757,812,500	20,998,718,258,700	640,867,500	20,999,359,126,200	0,003,051,944%	99,996,948,330%
3,150,000	16	1,525,878,906,250	20,999,359,126,200	320,432,700	20,999,679,558,900	0,001,525,929%	99,998,474,200%
3,360,000	17	762,939,453,125	20,999,679,558,900	160,215,300	20,999,839,774,200	0,000,762,944%	99,999,237,130%
3,570,000	18	381,469,726,562,500	20,999,839,774,200	80,106,600	20,999,919,880,800	0,000,381,466%	99,999,185,900%
3,780,000	19	190,734,863,281,250	20,999,919,880,800	40,053,300	20,999,959,934,100	0,000,190,733%	99,999,809,320%
3,990,000	20	95,367,431,640,625	20,999,959,934,100	20,025,600	20,999,979,959,700	0,000,095,366%	99,999,904,680%
4,200,000	21	47,683,715,820,312,500	20,999,979,959,700	10,012,800	20,999,989,972,500	0,000,047,686%	99,999,952,360%
4,410,000	22	23,841,857,910,156,250	20,999,989,972,500	5,006,400	20,999,994,978,900	0,000,023,844%	99,999,976,200%
4,620,000	23	11,920,928,955,078,125	20,999,994,978,900	2,503,200	20,999,997,482,100	0,000,011,929%	99,999,988,120%
4,830,000	24	5,960,464,477,539,062,500	20,999,997,482,100	1,251,600	20,999,998,733,700	0,000,005,966%	99,999,994,080%
5,040,000	25	2,980,232,238,769,531,250	20,999,998,733,700	625,800	20,999,999,359,500	0,000,002,988%	99,999,997,060%
5,250,000	26	1,490,116,119,384,765,625	20,999,999,359,500	312,900	20,999,999,672,400	0,000,001,494%	99,999,998,550%
5,460,000	27	745,058,059,692,382,812,500	20,999,999,672,400	156,450	20,999,999,827,800	0,000,000,747%	99,999,999,290%
5,670,000	28	372,529,029,846,191,406,250	20,999,999,827,800	77,700	20,999,999,905,500	0,000,000,377%	99,999,999,660%
5,880,000	29	186,264,514,923,095,703,125	20,999,999,905,500	38,850	20,999,999,943,300	0,000,000,188%	99,999,999,840%
6,090,000	30	93,132,257,461,547,851,562,500	20,999,999,943,300	19,425,000	20,999,999,962,200	0,000,000,099%	99,999,999,930%
6,300,000	31	46,566,128,730,773,925,781,250	20,999,999,962,200	9,712,500	20,999,999,970,600	0,000,000,049%	99,999,999,970%
6,510,000	32	23,283,064,365,386,962,890,625	20,999,999,970,600	4,856,250	20,999,999,974,800	0,000,000,024%	99,999,999,990%
6,720,000	33	11,641,532,182,693,481,445,312,500	20,999,999,974,800	2,428,125	20,999,999,976,900	0,000,000,012%	100,000,000,000%
6,930,000	34	5,820,766,091,346,740,722,656,250	20,999,999,976,900	1,214,062,500	20,999,999,976,900	0,000,000,000%	100,000,000,000%

Fuente: *Bit2me Academy*

- ◆ **Ethereum (ETH):** “es la base de una nueva era de Internet” (Ethereum, 2020). Creada en 2015 por el programador canadiense Vitalik Buterin. ETH está considerada dinero digital, con una criptomoneda nativa llamada *Ether*, pero además también se considera tecnología. A diferencia de *Bitcoin*, *Ethereum* tiene una *Blockchain* programable que permite crear nuevas aplicaciones descentralizadas a partir de ella, como juegos, redes sociales u otras criptomonedas. Tiene un algoritmo propio de programación llamada *Solidity* que le permite realizar contratos inteligentes (*smart contracts*) más seguros y con menos censura. Como el resto de monedas virtuales, salvo *Bitcoin* o *Litecoin*, sus

unidades son ilimitadas, por lo que presenta un perfil inflacionario. Alcanzó en enero de 2018 su precio máximo de \$ 1.380.

- **Contratos inteligentes:** la palabra contrato no hace referencia a una terminología legal. Se refiere al consenso de dos o más personas a cumplir unos términos entre ellos que se traducen en códigos y son ejecutados en la *Blockchain*, asegurando que producirán un mismo resultado para todos sus participantes (EthHub, 2020).

- ✕ **Ripple (XRP):** “el mejor activo digital para pagos globales” (Ripple, 2020). Lanzada en 2012 por el programador y empresario americano Jed McCaleb. Esta moneda se ofrece a los bancos como la alternativa más rápida y fiable para conseguir liquidez bajo demanda, ya que es capaz de hacer operaciones a una velocidad por debajo de los diez segundos, haciéndola más veloz que *Bitcoin*. *Ripple* no precisa de una cadena de bloques para sus transacciones, sino que emplea un método de consenso que le autoriza a realizar pagos. Sus unidades están limitadas a un máximo de 100 mil millones, una cantidad muy por encima de BTC. Su precio histórico más alto ascendió a \$ 2,78 en enero de 2018.
- 👤 **Bitcoin Cash (BCH):** surgió en 2017 a partir de una bifurcación con *Bitcoin* (ver figura 4 del anexo). Su principal diferencia con BTC es que tiene un tamaño de bloque superior, lo que le permite ingresar un número mayor de operaciones de manera más rápida. Se caracteriza por tener unas tarifas bajas, ser simple, fácil de usar, estable y seguro al estar respaldado por la tecnología *Blockchain* (Bitcoin Cash, 2020). Su mayor precio en el mercado llegó hasta \$ 3.708,90 en diciembre de 2018.
- 👤 **Bitcoin Vision of Satoshi (BSV):** aparece en 2018 de una nueva bifurcación en *Bitcoin Cash*. Esta criptomoneda sigue con la visión original del protocolo de *Bitcoin* y *Blockchain*, proponiendo sustituir todos los métodos de pagos con mejor experiencia, menos costes comerciales y más seguridad para los usuarios. Posibilita a las empresas la creación de páginas web y nuevas aplicaciones (BitcoinSV, 2020). Consiguió su valor más alto de \$ 488,04 en junio de 2019.
- 👤 **Litecoin (LTC):** creada por Charlee Lee y salida al mercado en 2011. Es un *software* libre que permite ser modificado por terceros. Su *Blockchain* permite que se realicen un volumen más elevado de transacciones que *Bitcoin*. Al igual que su

homólogo los mineros obtienen una recompensa al validar los bloques que sigue su propio *halving*. *Litecoin* está programado para crear un número de unidades 4 veces mayor que *Bitcoin*, hasta aproximadamente los 84 millones (Litecoin, 2020). Su máximo valor en el mercado ha sido de \$ 359,40 en diciembre de 2017.

- 🔥 **EOS:** surgió de la mano de Dan Larimer en mayo de 2017, basado en un *software* muy parecido a *Blockchain* llamado EOS.IO. Entre sus características destaca su flexibilidad, personalizado para cubrir las obligaciones del negocio; su escalabilidad, desarrollo de datos seguros para el trato masivo de operaciones de manera veloz y su facilidad para ser utilizado por usuarios (EOS.IO, 2020). Alcanzó en abril de 2018 su precio más alto de \$ 21,72.
- 💎 **Tether (USDT):** “es dinero digital para una era digital. Global, rápido y seguro” (Tether, 2020). Es una moneda estable salida al mercado en 2017. Al igual que otras monedas digitales como Saga está respaldada por una cesta de divisas. Para conseguir que su valor sea fijo, 1 USDT equivale a 1 dólar americano. Entre sus principales características destaca su estabilidad, transparencia, seguridad y vinculación a *Blockchain*. Al tratarse de una moneda poco fluctuable significa que su precio oscila en menor medida, su valor más alto ha llegado a \$ 1,40 y su menor valor a \$ 0,95.
- 🌟 **Binance Coin (BNB):** es el acrónimo de “binary” y “finance”. Fundada por Changpeng Zao, desde sus inicios ha funcionado como una *exchange*. Su moneda BNB ha surgido principalmente para sostener las operaciones que tienen lugar dentro de la plataforma *Binance*. A diferencia de *Bitcoin*, dispone de un mayor número de unidades, hasta 200 millones, y la compra de *Binance Coin* solo está dispuesta en su propia *criptoexchange* (Broker Online, 2018). Obtuvo su precio máximo en junio de 2019 llegando a los \$ 38,05.
- 🌀 **Stellar (XLM):** “es una red abierta para almacenar y mover dinero” (Stellar, 2020). Fue creada en 2014 por Jed McCaleb y Joyce Kim, comenzando a cotizar en febrero de 2017. *Stellar* permite el envío e intercambio de flujos, ya sea cualquier moneda tradicional o criptomonedas. Es un sistema rápido y con muy bajo coste en comisiones. Su funcionamiento para el envío de remesas es muy parecido a *Pay-Pal*. Su diseño le permite conectar a los sistemas financieros globales para que todos funcionen como uno solo. El *token* oficial de esta criptomoneda se llama

*Lumen*. El máximo precio alcanzado por XLM ha sido de \$ 0,886 y un valor mínimo de \$ 0,00172.

## 2.2 Tipos de clasificación de las criptomonedas

A parte de las definiciones dadas en el capítulo 1 de las variables dentro de criptomoneda, moneda digital y *token*, existe una clasificación más específica y exhaustiva que se extiende para cada una de ellas.

Según Härdle, Harvey y Reule (2020) las criptomonedas se pueden juntar en siete tipos de variantes:

- (1) Mecanismo de transacción o pago, ya que son criptodivisas diseñadas para utilizarse como medio de pago, siendo el caso de *Bitcoin* o *Litecoin*.
- (2) *Token* de cálculo distribuido como *Ethereum* o *EOS*. Donde su tecnología permite efectuar programas o aplicaciones descentralizadas y contratos inteligentes en caso de ser necesarios.
- (3) *Token* de utilidad como *Golem*, *Sia* o *FileCoin*, que confiere la entrada a un bien o servicio de una empresa. Suele emplearse como protección o seguridad ante la intervención en un proceso de ventas cuando una empresa desea captar capital para un proyecto. En otras palabras, resultan de gran utilidad cuando una compañía lanza un cupón que puede ser canjeable por los servicios que ofrece.
- (4) *Token* de seguridad o STO representa todo lo referente a la seguridad de acciones, bonos, opciones, futuros y demás activos financieros. Existen pocos *tokens* de seguridad, un ejemplo de ellos es *tZero*.
- (5) *Token* fungible es aquel que tiene la capacidad de fraccionarse y puede ser intercambiado por otro. Está basado en el estándar ERC-20 derivado de *Ethereum*, algunas criptomonedas fungibles son *Ether*, *Bitcoin* y *Litecoin*.
- (6) *Token* no fungible es aquel que es único y por lo tanto, no puede dividirse o ser intercambiado con otro. Basados en el estándar ERC-71 también derivado de *Ethereum*. Ejemplo de esta categoría son *Cryptokitties* y *Decentraland*.
- (7) La última clasificación son las *stablecoins* antes mencionadas, pero que a su vez se dividen en cuatro categorías:
  1. Garantizada en divisa fiduciaria como es el caso de *Tether* que está respaldada en dólar americano o *LBXPeg* en libra esterlina. También se

incluyen las monedas estatales propuestas por los Bancos Centrales como los proyectos de *Fedcoin* de la Reserva Federal americana, *Eurocoin* del Banco Central Europeo y DC/EP del Banco Popular de China.

2. Garantizadas con activos reales como DGX (*Digix Gold*) respaldada en oro o SRC (*Swiss Real Coin*) respaldada en bienes inmuebles de Suiza.
3. Criptomoneda garantizada que tiene como ejemplo las posiciones de deuda garantizada que ofrece la plataforma *MakerDAO* que permite vincular su moneda DAI al dólar americano.
4. Criptomoneda no garantizada que supone el efecto contrario al punto 3.

Según un reciente estudio de los académicos Bhambhwani, Delikouras y Korniotis (2020) las criptomonedas en general se pueden clasificar también en minables y no minables.

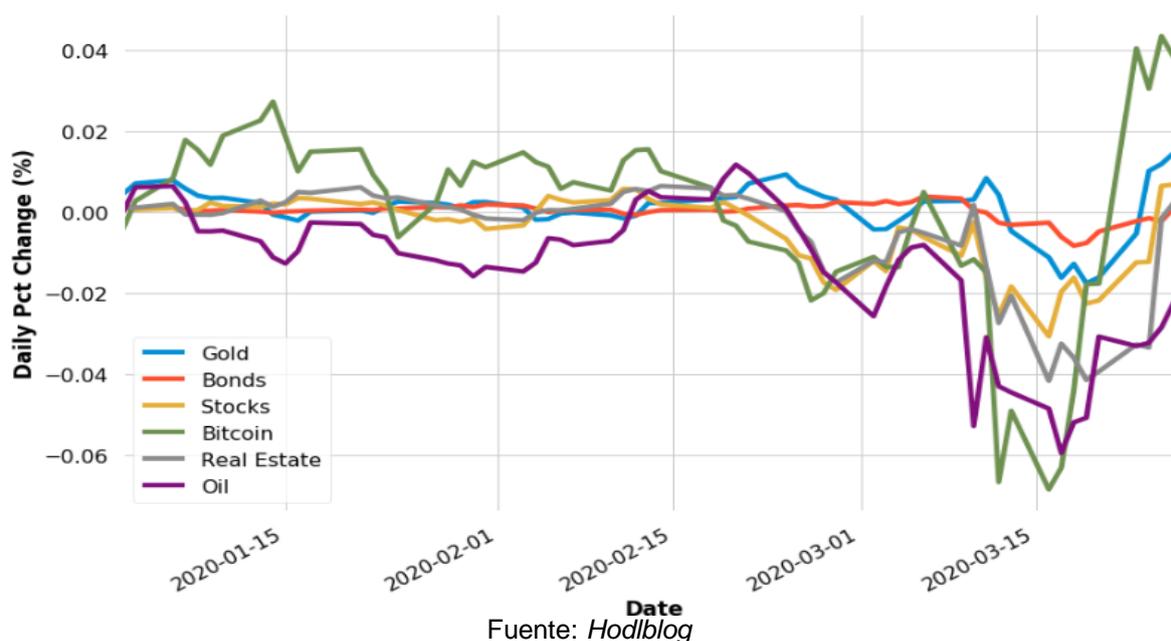
- Las criptomonedas minables son las que, como se explica en el apartado 1.4, pasan por un proceso de minería. Donde un grupo de personas denominados mineros verifican las transacciones efectuadas antes de formar un bloque dentro de *Blockchain* y por la que reciben una recompensa por su trabajo. Ejemplo de criptomonedas minables son *Bitcoin*, *Ethereum*, *Bitcoin Cash*, *Litecoin*, entre muchas otras.
- Las criptomonedas no minables son lo contrario de las anteriores, ya que se crean al principio y luego son puestas en circulación en las diferentes plataformas o *exchanges*. No es necesario que se cree la totalidad de unidades al inicio, también se pueden ir creando a través de pruebas de participación, en el cual se transfieren unidades con el objetivo de autorizar operaciones. Ejemplo de criptodivisas de esta categoría son *Ripple*, *Stellar* o *EOS*.

## 2.3 Evolución del mercado de criptomonedas

Como se anuncia en los apartados 1.3 y 1.6 el criptomercado se vio seriamente afectado con la inesperada crisis de 2020, pero no fue el único sector. El gráfico 3 muestra otros sectores también perjudicados como el oro (según los valores

negociados en COMEX<sup>10</sup>), petróleo (según los valores del crudo del WTI<sup>11</sup>), inmobiliario (según el *Dow Jones US Real Estate Index*), bonos (según los precios del *Vanguard Total Bond Market Index*) y de acciones (según el valor de las acciones en S&P 500), siendo *Bitcoin*, según los precios en *Coinmarketcap*, el más afectado (con una bajada de precios en más del 60%) pero también el de mejor recuperación a partir de abril (HodlBlog, 2020).

Gráfico 3: Caída de precios en algunos activos financieros durante 2020 (%)



Pero, la crisis de 2020 no ha sido el único sobresalto en la evolución histórica de los precios de las criptomonedas. El gráfico 4 muestra la evolución del índice de criptomonedas CRIX desde sus inicios en 2014. Donde se aprecia que ha sido un mercado muy volátil y sin estabilidad. Los índices en general se forman para analizar el rendimiento que ofrece un determinado mercado desde un amplio punto de vista, ya que no analiza un título sino un grupo de ellos. Por lo tanto, cualquier variación que presente el mercado, el índice reproduce un cambio en la misma proporción. Como apuntan los datos históricos de CRIX, la actividad del criptomercado comenzó a cobrar vida en 2017, año en el que aparecieron nuevas criptodivisas que se encuentran en los primeros puestos de capitalización. El índice CRIX está activo en el mercado desde el 4 de octubre de 2014 y fue creado por el Dr. Wolfgang Karl Härdle. Comenzó con una base de 1.000 puntos y se calcula a tiempo real por la Cátedra Estadística de la

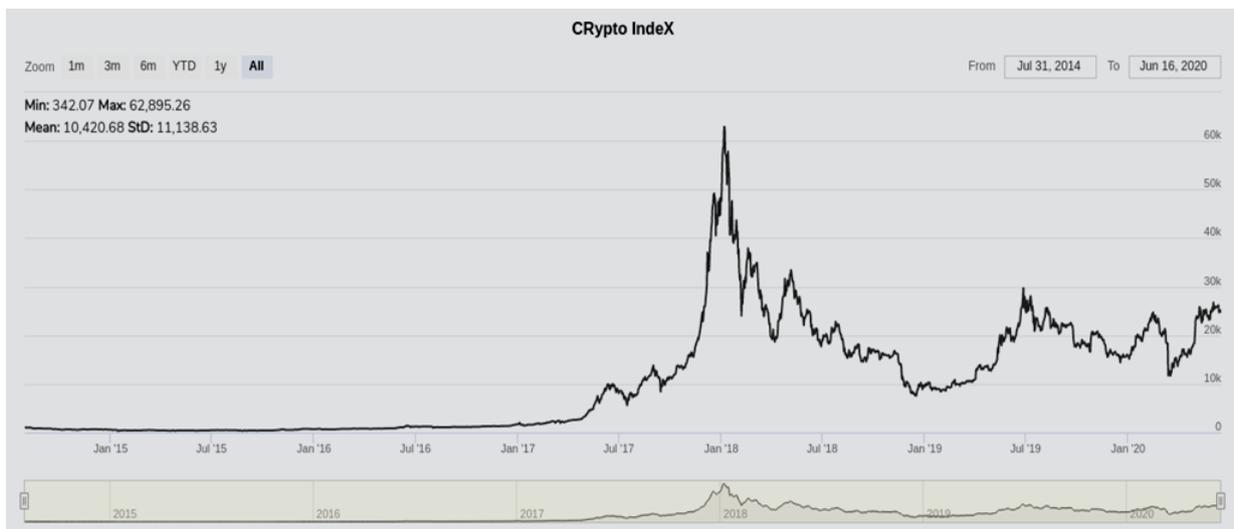
10 Bolsa de futuros sobre metales.

11 *West Texas Intermediate* es un tipo de petróleo crudo que se extrae en Texas.

Universidad de Humboldt, en Berlín. Según la información que ofrece su página oficial, *The CRIX* (2020), el índice está compuesto por las 10 criptomonedas de mayor capitalización en el momento, pero también se tiene en cuenta que sea una moneda negociada frecuentemente. El gráfico 1 del anexo muestra cuáles son las primeras 10 criptomonedas que componen el índice en junio de 2020.

Estos componentes se reasignan cada 1 mes y se reevalúa el número de componentes cada 3 meses, ajustando dicho número a aquellos activos con un volumen de negociación medio mayor que el percentil 0,25 del mercado. Al tratarse de un período corto de tiempo se asegura que esté lo más actualizado posible para que ante cambios en el mercado pueda reaccionar de forma rápida (Härdle & Trimborn, 2018).

Gráfico 4: Evolución de la cotización del índice criptográfico CRIX



Fuente: The CRIX

El criptomercado se mantuvo estable y con bajas cotizaciones hasta casi mediados de 2017, siendo por entonces *Bitcoin*, *Ethereum* y *Ripple* las criptomonedas más negociadas. Algunos economistas como los premios Nobel en Economía Paul Krugman, Robert Shiller o Richard Thaler afirman que existió una burbuja entorno al segundo semestre de 2017 y que finalizó en enero de 2018 con la brusca bajada en el precio de *Bitcoin*, como se aprecia en el gráfico 5. En tan solo un año el valor de la criptomoneda disminuyó un 80%, no recuperándose hasta el primer trimestre de 2019. Paul Krugman (2018) opina que esta burbuja formada en tan poco tiempo viene proporcionada por la novedad que supone el dinero digital y el echo de que sea



incertidumbre muchos inversores vendieron sus criptoactivos propiciando una bajada general en la cotización de todo el mercado.

Como muestran los movimientos del CRIX, 2019 fue un mejor año para las criptomonedas en comparación a 2018, ya que tras poner fin a la burbuja las correcciones que se produjeron durante el 2018 fueron lentas. Los primeros seis meses de 2019 fueron positivos para el criptomercado. Por un lado, se esperaba el visto bueno de la Comisión de Bolsa y Valores (SEC) de los Estados Unidos para los fondos cotizados en bolsa (ETFs)<sup>12</sup>. Por otro lado, la puesta en marcha de la plataforma *online* de futuros Bakkt, con *Bitcoin* como subyacente y por último, el lanzamiento de Libra, anunciado por *Facebook* en junio de dicho año. Sin embargo, el mercado se volvió a mostrar inestable en el segundo semestre de 2019, aunque no en las dimensiones del año anterior. En respuesta de las anteriores noticias, en primer lugar, el 9 de octubre la SEC (2019) anunciaba su rechazo ante la aprobación de ETFs para criptomonedas a falta de reunir los requisitos requeridos por parte de las plataformas solicitantes. Argumentando a mayores que este nuevo mercado es de poca liquidez y no ofrece garantías de que no se realicen actividades ilícitas. Y en segundo lugar, la presión de los reguladores contra el mercado por la falta de legislación y seguridad hizo que la compañía de *Facebook* retirara su proyecto (Godoy, 2019). Es la influencia de las críticas sociales en los inversores minoristas, que son los que mayormente negocian con criptomonedas, y la incertidumbre la que hace de este un mercado volátil e inestable.

Existen otros índices criptográficos en el mercado como *HODL10*, *HODL20* y *HODL30* ofrecidos por la plataforma *HodlBlog*, el índice de la plataforma *Coinbase*, CCI30 (ambos solo disponibles para inversores americanos acreditados) o *Galaxy*, perteneciente a *Bloomberg* (HodlBlog, 2019).

---

<sup>12</sup> Es un producto que cuando se comercializa o emite en el mercado primario actúa como un fondo de inversión, y cuando está adjudicado (mercado secundario) se comporta como una acción.

### 3. Objetivos y metodología del estudio empírico

El siguiente capítulo lleva a cabo un estudio del mercado de criptomonedas que persigue como principal objetivo analizar el comportamiento de las más importantes del mercado en su conjunto desde la perspectiva de dos variables básicas para los inversores: la rentabilidad y el riesgo. Así, se llevará a cabo primero un análisis descriptivo del comportamiento de la rentabilidad de las criptomonedas de muestra y su grado de volatilidad. A continuación una comparativa entre las correlaciones obtenidas entre criptodivisas y los índices empleados y entre los propios índices que representan tres tipos alternativos de mercados (criptomonedas, acciones y divisas). Seguido de un estudio de la validez de la relación rentabilidad esperada-riesgo que establece el modelo CAPM en el ámbito de las criptomonedas. Y para finalizar, posteriormente se realiza un análisis de la *performance* de la inversión en las criptomonedas de muestra, estudiando la rentabilidad ajustada por riesgo que han ofrecido en los últimos cuatro años.

Este capítulo se dedica a exponer brevemente aspectos metodológicos de los análisis del capítulo siguiente. Para el posterior estudio de la evolución, rentabilidad y riesgo de un grupo de criptomonedas se ha llevado a cabo el mismo proceso de selección que en la investigación anterior para 2018. En este caso, se han elegido las primeras diez criptomonedas con mayor capitalización bursátil del mercado a 31 de diciembre de 2019, que va desde 0,9115 billones hasta los 130,58 billones de dólares aproximadamente (ver tabla 3). Este conjunto de monedas digitales ronda el 90% del criptomercado, una cantidad bastante considerable teniendo en cuenta que juntas no llegan al 1% de criptomonedas en circulación. Siendo esta forma un proceso de selección representativo de la conducta de todo el mercado.

Tabla 3: Capitalización bursátil a 31 de diciembre de 2019

<b>Criptomonedas</b>	<b>Capitalización (en billones de \$)</b>
<i>Bitcoin</i>	130,580
<i>Ethereum</i>	14,271
<i>Ripple</i>	8,349
<i>Tether</i>	4,107
<i>Bitcoin Cash</i>	3,719
<i>Litecoin</i>	2,679
<i>EOS</i>	2,459
<i>Binance Coin</i>	2,129
<i>Bitcoin SV</i>	1,756
<i>Stellar</i>	0,9115
<b>TOTAL %</b>	<b>170,960</b>
Capitalización Total	193,081
<b>%</b>	<b>88,54</b>

Fuente: Elaboración propia

Para llevar a cabo el análisis se utilizan los precios históricos de cotización de cada criptomoneda. Con vista a comparar los resultados obtenidos en el estudio anterior realizado con los datos del período 2016-2018, se ha empleado un nuevo horizonte temporal que incluye los del último año. Por lo que se hará un análisis de 2016-2019 en los casos posibles, debido a que muchas monedas empezaron a cotizar en 2017. Los ejemplares más antiguos en el mercado son *Bitcoin*, *Ethereum* y *Ripple*, para las demás se han usado los valores en el momento de su salida a bolsa. La plataforma proveedora de la información financiera es *Investing*, garante de la veracidad de toda la información que proporciona a sus clientes suscritos. Para el cálculo de las rentabilidades se utilizan series mensuales de precios a partir de la fórmula de rentabilidades continuas:  $R_{i,t} = \text{LN}\left(\frac{\text{Precio Final}}{\text{Precio inicial}}\right)$ .

Además de un análisis descriptivo relacionado con la rentabilidad de las criptomonedas también se analizará la relación rentabilidad-riesgo de la inversión en ellas. Para ello es necesario disponer de datos del mercado en su conjunto, que se aproximará a través de índices. En relación con estos, se va a considerar una variedad de ellos, que pueden, potencialmente, identificar el mercado para los inversores. Estos son:

- Índice criptográfico CRIX

- Cartera de criptomonedas ponderada por capitalización
- Índice MSCI *World* de acciones
- Índice SDR (*Special Drawing Rights*) o DEG (Derechos Especiales de Giro)
- Índice Dólar (DXY)

El índice MSCI *World* creado en 1970 está bajo la supervisión de la empresa MSCI Inc. Lo integran más de 1.600 compañías de mediano y gran tamaño con una alta capitalización de 23 países del mundo, en su gran mayoría de Europa. En el gráfico 2 del anexo se observa el peso que tienen algunos países sobre el índice a partir de su peso de capitalización en el mercado.

Como es frecuente en las investigaciones sobre la relación rentabilidad-riesgo con activos financieros, se ha creado también una aproximación del mercado a través de una cartera formada por las diez criptomonedas del estudio, ponderadas por su capitalización. La composición de la cartera se revisó a principios de cada año en función de la capitalización de final de año de cada criptomoneda.

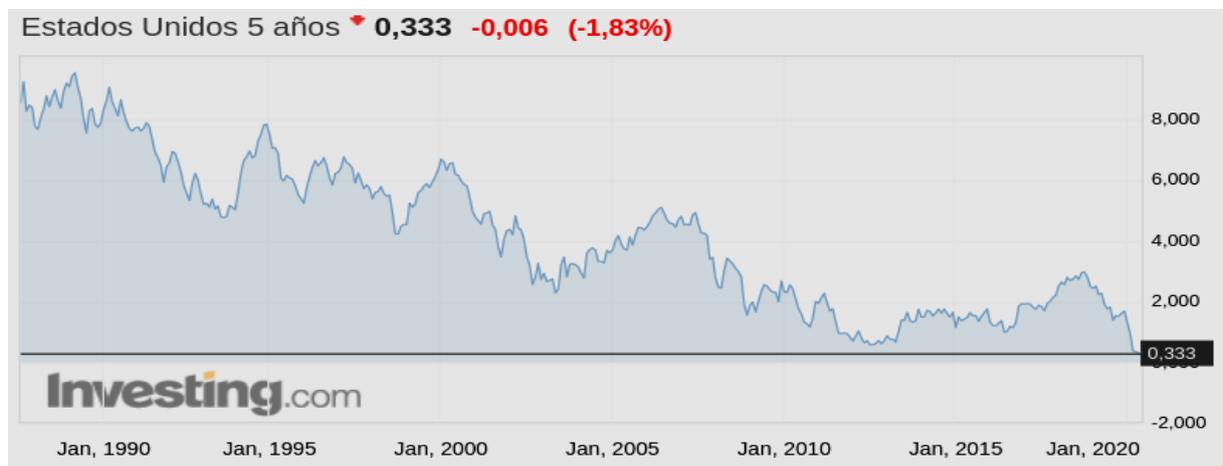
En el punto 1.5 se hacía referencia a los Derechos Especiales de Giro (DEG) o SDR (sus siglas en inglés), índice del FMI que está vinculado en la creación de la *stablecoin* SAGA. Se trata de un activo de reserva internacional que complementa a las reservas oficiales de los países miembros. A partir de octubre de 2016 las monedas oficiales ligadas al índice son el dólar americano, el euro, la libra esterlina, el yuan y el yen. Cada 5 años el Directorio Ejecutivo pone la constitución de la canasta de divisas a prueba para determinar si refleja el valor que tienen estas divisas en los mercados financieros. En la última reunión de noviembre de 2015 la ponderación establecida hasta 2020 fue de 41,73% para el dólar, 30,93% para el euro, 10,92% para el yuan, 8,33% para el yen y un 8,09% para la libra esterlina (Fondo Monetario Internacional, 2016). La tabla 1 del anexo muestra un ejemplo del cálculo para la obtención del tipo de cambio USD/DEG y DEG/USD. El precio de esta divisa se deduce de la suma de los títulos en dólares, en base a las tasas de cambio del mercado en la cesta de monedas que la componen. Su cálculo es diario con excepción de festivos propios del FMI.

Al igual que los Derechos Especiales de Giro, en el índice Dólar (DXY) el precio de la moneda americana se indica en relación a otras divisas que conforman una cesta. Se creó en 1973 por la Reserva Federal americana, una vez que culmina el sistema de *Bretton Woods*. La ponderación de las seis divisas que conforman este índice es de 57,60% para el euro, 13,60% para el yen, 11,90% para la libra esterlina, 9,10% para el dólar canadiense, 4,20% para la corona sueca y un 3,60% para el franco suizo. Para

calcular el índice se emplea la media geométrica ponderada de la divisa americana frente al resto de monedas que conforman la canasta (EARNFOREX, 2020).

En la aplicación del CAPM es necesario identificar un activo libre de riesgo, y, por tanto, de rentabilidad ( $R_f$ ) cierta. Aquí se han considerado los Bonos del Tesoro americano (*Treasury yield five years*). En el gráfico 6 se observa el rendimiento del bono a cinco años en los últimos 30 años. Hubo un punto de inflexión a partir de 2008 donde el rendimiento bajó considerablemente, pasando de un 5% a un 3%. Sin embargo, durante el 2019 el rendimiento estuvo entorno al 3%, por encima del rendimiento del bono español a cinco años que no superó el 2%.

Gráfico 6: Evolución de la cotización de los Bonos del Tesoro a cinco años



Se han elegido para este estudio los bonos americanos ya que este mercado es uno de los más estables del mundo y a pesar de la crisis de 2008 ha mantenido unos valores positivos, aunque con menores rendimientos. Entre los diferentes vencimientos que ofrecen los bonos americanos se usa el bono a cinco años porque en comparación al bono a dos y tres años ha mantenido mejores rendimientos a lo largo de los años como muestran los gráficos 2 y 3 del anexo. Al analizar la rentabilidad que otorgan las criptomonedas respecto a un activo libre de riesgo, utilizar un bono de mayor duración es pretender que los inversores a largo plazo mantienen sus títulos a 7, 10 o más años, cuando en la realidad no es el mayor de los casos.

Como se verá después, la aplicación del CAPM también requiere estimar una prima de riesgo esperada del mercado de referencia. La estimación aproximada de un valor para dicha prima de riesgo esperada se hace a través de datos históricos, en concreto,

la media del período 2016-2019 (también se aplica este criterio con la rentabilidad del activo sin riesgo).

Según explica Sharpe en su publicación *Capital Asset Prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk* (1964), el CAPM es una teoría sobre los precios de equilibrio de los mercados para activos o títulos con riesgo. Busca una relación de equilibrio entre la rentabilidad y el riesgo de títulos o cartera de títulos. Parte de la base de que el mercado “premia” a los que corren riesgo y teniendo en cuenta de que el riesgo se puede reducir con la diversificación, no premia aquellas carteras ineficientes. En una situación de equilibrio en el mercado de capitales, la proporción de los títulos con riesgo en una cartera es igual a la del mercado. La ecuación del CAPM explica la relación de equilibrio existente entre el rendimiento esperado de los activos y su riesgo. Viene expresada como  $E(R_i) = R_f + \frac{E(R_m) - R_f}{\sigma_M^2} \sigma_{iM}$ , en función de la covarianza del título con el mercado ( $\sigma_{iM}$ ) y la varianza del mercado ( $\sigma_M^2$ ). Si se simplifica la función anterior sustituyendo  $\beta_i = \frac{\sigma_{iM}}{\sigma_M^2}$  la ecuación queda en función del coeficiente beta  $E(R_i) = R_f + [E(R_m) - R_f]\beta_i$ , donde:

- $E(R_i)$  es la rentabilidad esperada del activo.
- $R_f$  es el rendimiento del activo sin riesgo.
- $E(R_m) - R_f$  es la prima de riesgo esperada del mercado.
- $E(R_m)$  es el rendimiento esperado del mercado.
- $\beta_i$  es la sensibilidad de la rentabilidad del activo  $i$  respecto a la del mercado. Mide, el riesgo que no puede diversificarse.

En el trabajo previo, para analizar la rentabilidad esperada de las criptomonedas a partir de los datos obtenidos se empleó el CAPM para predecir la rentabilidad futura de una serie de criptomonedas. Las previsiones realizadas estimaban un aumento entre el 1% y el 4% de la rentabilidad en 2019 de cada una, siendo *Stellar* la más rentable. Sin embargo, las rentabilidades medias obtenidas en dicho año muestran que distan mucho de la previsión hecha, por ser en general muy superiores. Y es que, según algunos artículos académicos como los realizados por los profesores y economistas Liu, Liang y Cui (2019) o Bhambhwani, Delikouras y Korniotis (2020) parece que un modelo de un único factor explicativo de la rentabilidad como el CAPM no es suficiente porque otros factores como la capitalización y el impulso de las criptomonedas también deben ser tenidos en cuenta. Esto se refiere a que existen rentabilidades anómalas que disminuyen con el tamaño del mercado y aumentan con el impulso del retorno. No obstante, como ejercicio de sencilla aproximación a esta cuestión, propia

de la investigación, se ha querido llevar a la práctica una contrastación empírica de validez del modelo con los datos disponibles. Específicamente, se han estudiado tres posibilidades, con tres diferentes aproximaciones de la cartera de mercado: el índice CRIX, la cartera ponderada y el índice MSCI *World*. Se descartan para este análisis el resto de índices ya que se obtienen unas primas negativas. Aquí se lleva a cabo un contraste de corte transversal con medias mediante un modelo de regresión lineal donde las rentabilidades medias de los títulos son la variable explicada y las betas son la variable explicativa, como postula el modelo teórico (Gómez-Bezares, Santibáñez & Madariaga, 1994). La ecuación para realizar el contraste es  $R_i = \gamma_0 + \gamma_1 * \beta_i + \varepsilon_i$ , donde para dar por válido el CAPM tiene que cumplirse que  $\gamma_0$  tome un valor próximo a  $R_f$ , e  $\gamma_1$  se aproxime a la prima de riesgo del mercado. Para llevar a cabo el contraste es necesario en primer lugar disponer de las betas y rentabilidades medias de cada criptomoneda y en segundo lugar hacer la regresión de las rentabilidades medias y betas obtenidas. Para ello, se ha utilizado la función de regresión lineal disponible en Excel.

Por último, se realiza un análisis de *performance* para distinguir la rentabilidad ajustada al riesgo asociada a cada criptomoneda según las rentabilidades obtenidas de cara a la inversión de ellas. Las medidas utilizadas basadas en la teoría del mercado de capitales son las siguientes:

- Índice de Sharpe:  $S_i = \frac{E(R_i) - R_f}{\sigma_i}$  que mide la calidad de un activo según el nivel de rentabilidad que ofrece por unidad de volatilidad.
- Índice de Treynor:  $T_i = \frac{E(R_i) - R_f}{\beta_i}$  que mide el nivel de rentabilidad alcanzado sobre el activo sin riesgo por unidad de riesgo beta.
- Índice o Alfa de Jensen:  $J_i = [E(R_i) - R_f] - [(E(R_M) - R_f)\beta_i]$  que mide el nivel de rentabilidad diferencial obtenido por un activo respecto al que sería adecuado para él según su beta.

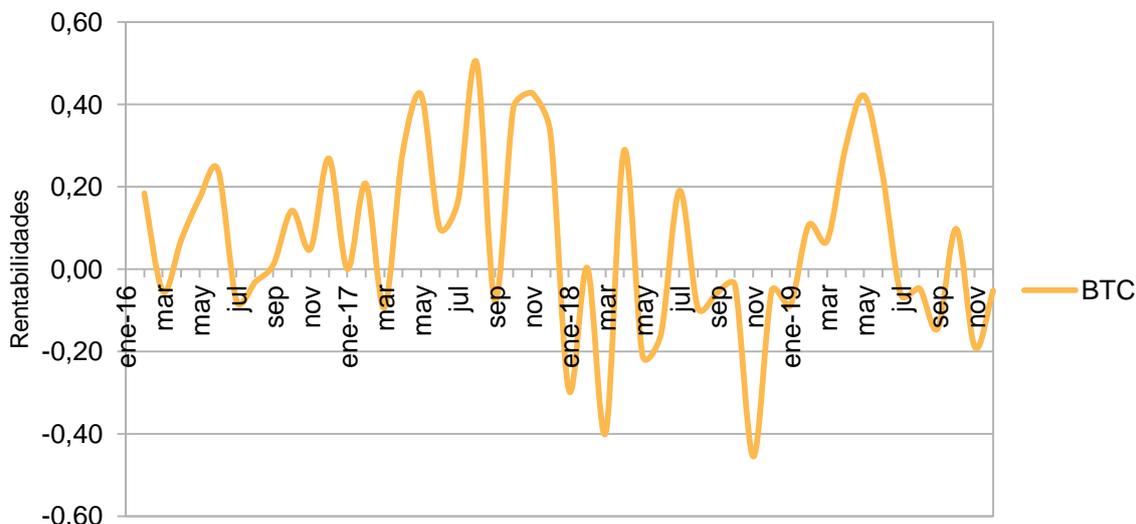
## 4. Análisis del mercado de las criptomonedas

### 4.1 Análisis descriptivo del comportamiento de las series de rentabilidades de las criptomonedas

En el capítulo 2 se ha explicado brevemente el comportamiento de los precios del criptomercado a partir de los valores representados en el índice criptográfico CRIX, además, se ha analizado la evolución de las cotizaciones de la criptomoneda *Bitcoin*, donde se hace referencia a la similitud en la conducta de ambos gráficos. En este apartado se analizan las rentabilidades y la volatilidad de las diez criptodivisas de mayor capitalización bursátil en los últimos cuatro años.

El gráfico 7 muestra la evolución mensual de *Bitcoin* desde 2016. Durante este primer año las rentabilidades son más bajas que respecto a 2017, año en el que comienza la burbuja a partir del segundo semestre y se dispara el precio de la criptomoneda en poco tiempo, provocando una subida de la rentabilidad hasta llegar a 0,5. El año 2018 ha sido el más inestable para todo el criptomercado a causa del fin de la burbuja en enero que causa una reducción considerable de la capitalización. Pero, aunque aparentemente en abril y mayo las rentabilidades mejoraron, el precio de BTC continuó disminuyendo hasta final de año donde alcanzó la rentabilidad mínima de -0,45 (ver tabla 4). Como se explica anteriormente, durante el primer semestre de 2019 la cotización de las criptomonedas en general mejoró y con ello su rentabilidad, alcanzando unas rentabilidades similares a 2017. La rentabilidad media de *Bitcoin* en estos últimos cuatro años es de 0,0634 con una volatilidad mensual (medida por la desviación típica) de 0,2172. Lo que significa que la desviación media mensual es de un 21,72%, habiendo la posibilidad que en algunos meses haya sido más alta o más baja y por lo tanto, la rentabilidad de BTC respecto a su media ha variado en esta proporción.

Gráfico 7: Rentabilidad mensual de *Bitcoin* entre 2016 y 2019



Fuente: Elaboración propia

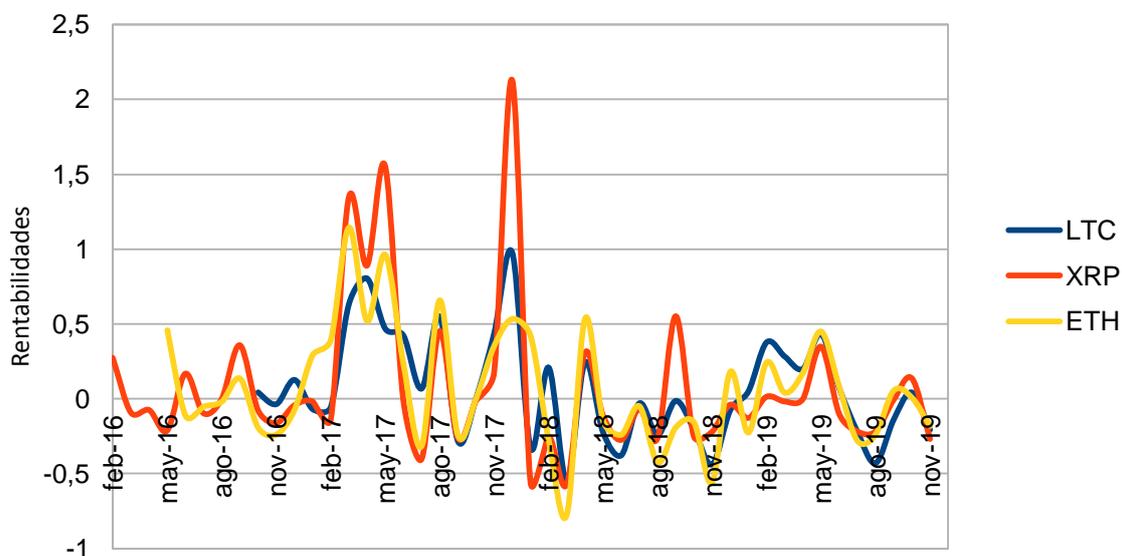
Tabla 4: Rentabilidades y volatilidad mensuales de las criptomonedas entre 2016 y 2019

Criptomonedas	Rentabilidad máxima	Rentabilidad media	Rentabilidad mínima	Volatilidad
<i>Bitcoin</i>	0,5020	0,0634	-0,4555	0,2172
<i>Ethereum</i>	1,1426	0,0609	-0,7730	0,3835
<i>Ripple</i>	2,1287	0,0733	-0,5713	0,5076
<i>Bitcoin Cash</i>	1,1040	-0,0281	-0,8772	0,4199
<i>Bitcoin SV</i>	1,2777	0,0120	-0,3958	0,4468
<i>Litecoin</i>	0,9734	0,0611	-0,5518	0,3490
<i>EOS</i>	1,2857	0,0235	-0,6166	0,4822
<i>Tether</i>	0,0199	-0,0017	-0,0483	0,0132
<i>Binance Coin</i>	0,5345	0,0198	-0,6170	0,2705
<i>Stellar</i>	1,8545	0,0892	-0,4985	0,5809

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 8 se observan las rentabilidades mensuales de *Litecoin* (LTC), *Ripple* (XRP) y *Ethereum* (ETH). En la tabla 4 se aprecia que la rentabilidad máxima alcanzada corresponde a *Ripple* con 2,12 seguido de *Ethereum* con 1,14. Durante el primer trimestre de 2018 ETH obtuvo la mayor bajada de rentabilidad llegando a -0,77, manteniendo una media de 0,06, siendo la más rentable de las tres *Ripple* con un 0,07 y también la segunda más volátil con un 0,51 de desviación.

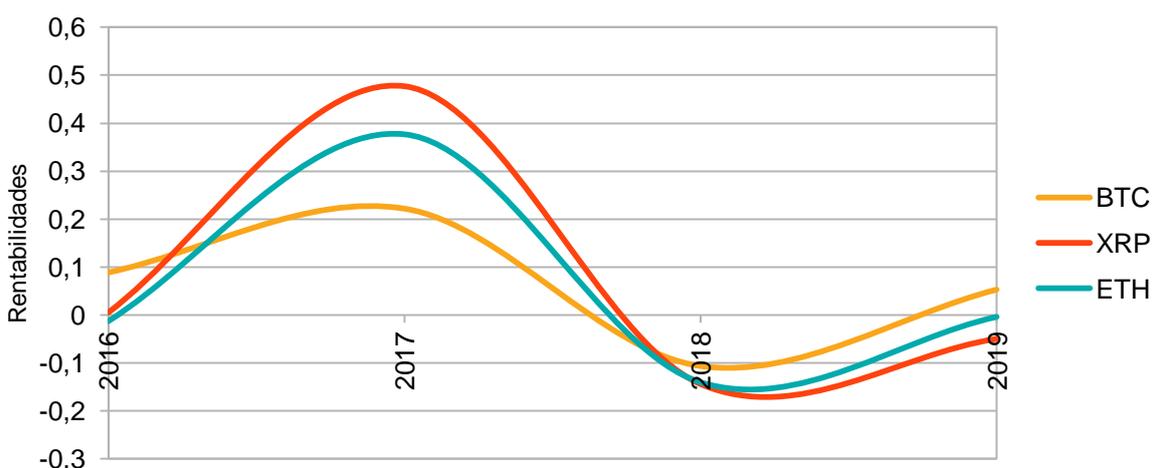
Gráfico 8: Rentabilidad mensual de *Litecoin*, *Ripple* y *Ethereum* entre 2016 y 2019



Fuente: Elaboración propia

Para comparar anualmente las criptomonedas más antiguas dentro del horizonte temporal analizado que son *Bitcoin*, *Ripple* y *Ethereum* se ha creado el gráfico 9, donde se observa el aumento en las rentabilidades durante 2017 a causa de la burbuja y su posterior caída en 2018. A pesar de que BTC era la criptomoneda de mayor valor en el mercado no era la más rentable, sin embargo, en el momento del estallido de la burbuja no fue la que sufrió una mayor caída, sino *Ripple* y *Ethereum*.

Gráfico 9: Rentabilidad anual de *Bitcoin*, *Ripple* y *Ethereum* entre 2016 y 2019

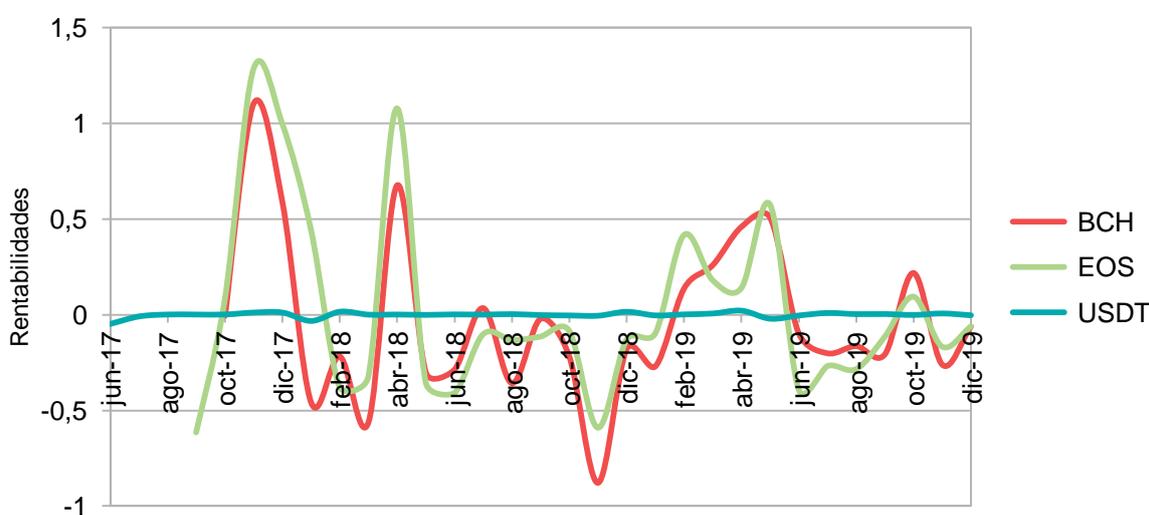


Fuente: Elaboración propia

Para EOS y *Bitcoin Cash* (BCH) en el gráfico 10 las rentabilidades máximas superan la unidad y se alcanzan en el último trimestre de 2017. A principios de 2018 la

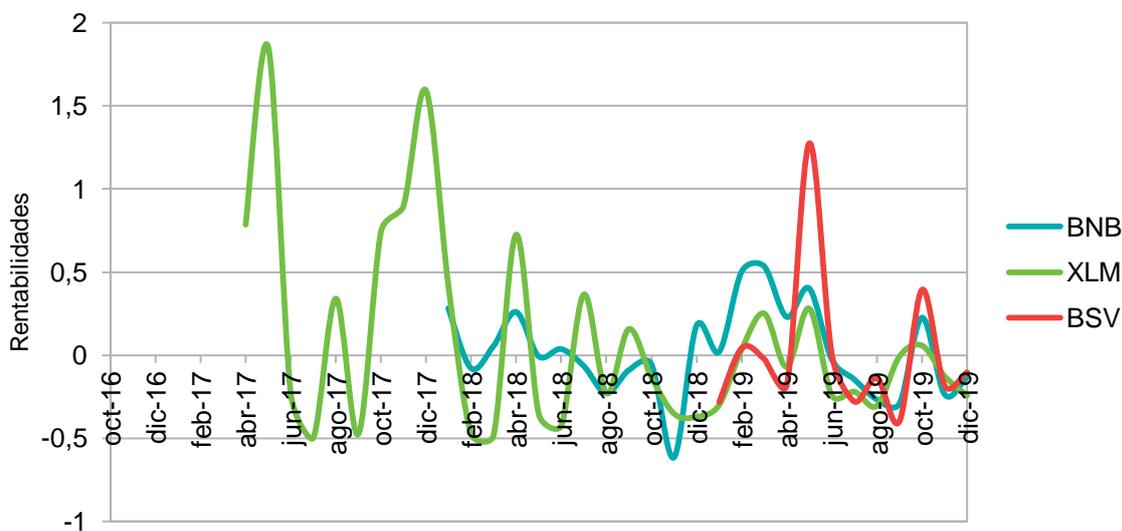
rentabilidad baja alcanzando valores negativos, pero sus rentabilidades mínimas tienen lugar a finales de año con valores entre -0,61 y -0,87 respectivamente. La media mantenida por EOS es positiva mientras que la de BCH es negativa entorno a -0,03. La criptomoneda *Tether* como se ha mencionado anteriormente es una moneda estable, justificando que su rentabilidad permanezca siempre cerca de 0 con un valor casi constante. Tiene una rentabilidad máxima de 0,02, una mínima de -0,05 y una media de casi 0. Al ser una criptomoneda que fluctúa muy poco tiene la volatilidad más baja del mercado, 0,0132.

Gráfico 10: Rentabilidad mensual de *Bitcoin Cash*, EOS y *Tether* entre 2017 y 2019



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 11: Rentabilidad mensual de *Binance Coin*, *Stellar* y *Bitcoin SV* entre 2017 y 2019



Fuente: Elaboración propia

Según se observa en el gráfico 11, *Stellar* (XLM) es la moneda con mayor rentabilidad media con 1,85 y también la de mayor antigüedad en comparación a *Binance* (BNB) y *Bitcoin SV* (BSV), seguido de esta última que tiene menos tiempo de cotización y por tanto, su rentabilidad máxima corresponde a mayo de 2019 con 1,27. BNB es de las tres la moneda menos rentable con un máximo de 0,53 y un mínimo de -0,71. Como se aprecia en el gráfico *Stellar* es más volátil que el resto de criptomonedas, variando la rentabilidad respecto a su media hasta un 58,09%.

Con los datos analizados anteriormente se puede concluir que la criptomoneda con mayor rentabilidad media mensual es *Stellar* con 0,089. Durante el período seleccionado *Ripple* ha tenido la rentabilidad máxima llegando a 2,13 y *Bitcoin Cash* ha alcanzado la peor rentabilidad mínima de -0,87. Por otro lado, independientemente de las constantes alzas y bajas que caracterizan al criptomercado, la criptomoneda más volátil es *Stellar* y la menos volátil después de *Tether*, que tiene unos valores casi constantes, es *Bitcoin*. Finalmente, si se comparan todos los gráficos de rentabilidad con respecto a *Bitcoin*, se observa que el patrón de comportamiento del resto de criptomonedas es similar a esta criptomoneda a pesar de que no es la más rentable, pero sí la de mayor cotización. Esta situación puede deberse a que BTC es la criptomoneda con mayor capitalización bursátil, además de ser la primera criptomoneda del mercado y la más famosa, por lo tanto, sirve de índice para muchos inversores.

## 4.2 Análisis de índices y su correlación con el criptomercado

El siguiente apartado interpreta la correlación lineal existente entre criptomonedas e índices y entre índices, con el objetivo de analizar el sentido y la fuerza de la relación existente entre los títulos y el mercado, así como sus posibilidades de diversificación.

La tabla 5 muestra los resultados obtenidos para todos los índices con los que se analizan las criptodivisas. De forma global, la correlación de CRIX y la cartera ponderada por capitalización son las más altas ya que ambas representan al criptomercado. La correlación entre las criptomonedas y el mercado de acciones (índice MSCI *World*) es baja y en algunos casos negativa. Por último, la relación con el índice Dólar (DXY) es negativa y con los Derechos Especiales de Giro (SDR) es

relativamente débil. Las correlaciones bajas en los mercados de acciones y divisas representan oportunidades de diversificación que se analizarán posteriormente.

Las correlaciones obtenidas con el índice CRIX son mayoritariamente moderadas ya que sus resultados oscilan entre 0,50 y 0,69, destacando una correlación más fuerte por parte de *Stellar* con un 0,70. La razón por la que las correlaciones de *Bitcoin SV* y *Binance Coin* sean débiles se debe a que son las criptomonedas más jóvenes del grupo y presentan menos datos para analizar. Las correlaciones resultantes con la cartera ponderada son más elevadas en comparación al índice CRIX debido a que el índice criptográfico es una representación de todo el mercado mientras la cartera está compuesta por los propios títulos analizados. Por lo tanto, el resultado son unas correlaciones fuertes para aquellas que están entre 0,7 y 0,95, siendo las más elevadas *Bitcoin Cash* y *Bitcoin*.

Tabla 5: Coeficientes de correlación entre criptomonedas e índices

	<b>CRIX</b>	<b>CARTERA</b>	<b>MSCI</b>	<b>DXY</b>	<b>SDR</b>
<i>Bitcoin</i>	0,5403	0,8556	-0,0059	-0,0050	0,1341
<i>Ethereum</i>	0,5953	0,7689	0,0840	-0,2510	0,2354
<i>Ripple</i>	0,6215	0,8078	-0,0124	-0,1923	0,2346
<i>Bitcoin Cash</i>	0,5137	0,8698	0,0466	-0,0704	0,1635
<i>Bitcoin SV</i>	0,3175	0,7658	-0,6379	-0,1838	0,2004
<i>Litecoin</i>	0,6295	0,8144	0,0557	-0,1981	0,2794
<i>EOS</i>	0,5462	0,7824	0,0734	-0,2094	0,2369
<i>Tether</i>	-0,2822	-0,2372	-0,0997	0,3824	-0,3643
<i>Binance Coin</i>	0,2926	0,6921	-0,0271	-0,1225	0,0970
<i>Stellar</i>	0,7004	0,7375	0,1520	-0,2163	0,3201

Fuente: Elaboración propia

Las correlaciones alcanzadas con el mercado de acciones son casi nulas, ya que toman valores entre 0 y 0,09 o muy débil en el caso de *Stellar* con 0,15. El valor de -0,64 obtenido por *Bitcoin SV* representa una relación inversa entre las variables, lo que supone que cuando una variable aumente la otra disminuye. A pesar de que los índices Dólar y SDR representen el mercado de divisas los resultados son inversos. Por un lado, las correlaciones con DXY son muy débiles o débiles con signo negativo, mientras que con los Derechos Especiales de Giro se obtienen correlaciones muy débiles o débiles con signo positivo. La diferencia de estos resultados viene marcada

por la dirección lineal que hay entre las variables. Por último, se interpreta de manera individual los resultados alcanzados por *Tether*. Como se aprecia en la tabla todos sus valores son negativos, salvo la correlación positiva aunque débil alcanzada con el índice Dólar. Y es que, como se menciona en el capítulo 2, *Tether* tiene un valor constante equivalente a USD 1, por lo que tiene sentido que su correlación sea positiva en este caso e inversa en el resto de casos.

Finalmente, es importante que los inversores tengan en cuenta la correlación existente entre los activos que puedan componer su cartera, ya que la diversificación permite contrarrestar el efecto de la volatilidad con el objetivo de minorar el riesgo. Una cartera totalmente compuesta por criptomonedas es difícil de diversificar a causa del estrecho vínculo de todas las *altcoins* con *Bitcoin*. Por lo tanto, como se concluyó en el apartado anterior, el efecto de componer una cartera solo por criptodivisas es de alto riesgo al tratarse de un mercado altamente inestable y volátil. Sin embargo, una cartera compuesta por activos de distinta clase puede equilibrar el grado de riesgo asumido por el inversor y proporcionar altas rentabilidades.

### 4.3 Análisis de la rentabilidad esperada-riesgo según el CAPM

Como se menciona anteriormente, el CAPM pretende encontrar una relación de equilibrio entre la rentabilidad esperada y el riesgo de activos de mercado de capitales. Para contrastar la validez de este modelo se realiza un contraste de corte transversal con medias aplicando un ajuste de regresión entre las rentabilidades medias históricas del período 2016-2019, y las betas de cada criptomoneda a partir de la ecuación  $R_i = \gamma_0 + \gamma_1 * \beta_i + \varepsilon_i$ . Para concluir que el modelo teórico es válido y que esta ecuación sea equivalente a la del CAPM, los coeficientes  $\gamma_0$  e  $\gamma_1$  deben coincidir con los valores aproximados de la rentabilidad del activo libre de riesgo y de la prima de riesgo del mercado.

La tabla 7 muestra los resultados alcanzados en la regresión lineal por el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO), siendo las rentabilidades la variable explicada y las betas la variable explicativa (ver tabla 6). Estas betas han sido calculadas tomando como aproximación del mercado el índice CRIX. Si se analiza el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) se trata de un valor bajo lejano al 1, por lo tanto, indica que el modelo explica solo en un 27,61% la variación de la rentabilidad.

Tabla 6: Valores de las variables explicada y explicativa aplicadas en la regresión lineal

	<b>Rentabilidad anual</b>	<b>Betas</b>
<i>Bitcoin</i>	1,0920	0,4968
<i>Ethereum</i>	1,0333	0,9355
<i>Ripple</i>	1,3374	1,3358
<i>Bitcoin Cash</i>	-0,2899	0,8641
<i>Bitcoin SV</i>	0,1540	0,8988
<i>Litecoin</i>	1,1632	0,8631
<i>EOS</i>	0,3207	1,0749
<i>Tether</i>	-0,0205	-0,0144
<i>Binance Coin</i>	0,2658	0,4147
<i>Stellar</i>	1,7871	1,4744

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7: Resultados del contraste del CAPM. Cartera de mercado aproximada por el índice CRIX

	$\gamma_0$	$\gamma_1$
<b>Mensual</b>	7,976E-06	0,0453778
<b>Anualizado</b>	9,571E-05	0,5445336
<b>R<sup>2</sup></b>		0,2761664
<b>Estadístico t</b>	0,0003291	1,7470731
<b>Prima del mercado aproximado por CRIX (media anual 2016-2019)</b>		1,1267821
<b>Rentabilidad sin riesgo (media anual 2016-2019)</b>		0,0611919

Fuente: Elaboración propia

A un nivel de significación del 5% no se acepta la hipótesis de que los coeficientes de la regresión sean significativamente distintos de cero, ya que los estadísticos t obtenidos para ambos coeficientes son menores de 1,96 (valor estándar de referencia). Por otro lado, los valores de los coeficientes  $\gamma_0$  e  $\gamma_1$  que debían semejarse a la prima del mercado y a la rentabilidad sin riesgo distan de ser iguales. Estos resultados no permiten aceptar la validez del modelo, por lo tanto, se rechaza dicha validez desde una perspectiva econométrica y financiera. Los cálculos anteriores también fueron realizados utilizando como aproximaciones del mercado la cartera

ponderada de criptomonedas y el índice de acciones MSCI *World*, cuyos resultados tampoco sirven para dar el modelo por válido (ver tabla 2 del anexo). No obstante, los resultados del ajuste MCO no son fiables porque las rentabilidades de las criptomonedas presentan problemas de falta de normalidad y de homocedasticidad. Además de que otros métodos de ajuste deberían ser utilizados. Pero, como se explicó anteriormente, se ha querido llevar a cabo este contraste como ejercicio de aproximación a un tema de investigación complejo.

#### 4.4 Análisis de *performance* de la inversión en criptomonedas

Cuando un inversor se plantea invertir en una cartera o títulos tener en cuenta solo la rentabilidad del activo es insuficiente, es necesario medir la rentabilidad en función del riesgo que representa en el mercado. La tabla 7 muestra los resultados obtenidos (por orden de preferencia) de aplicar las medidas de *performance* para la muestra de criptomonedas a partir de los tres indicadores más relevantes.

Tabla 8: Medidas de *performance* de las criptomonedas para el índice CRIX

Índice Sharpe		Índice Treynor		Índice Jensen	
<i>Bitcoin</i>	1,3701	<i>Tether</i>	5,6847	<i>Bitcoin</i>	0,4710
<i>Litecoin</i>	0,9114	<i>Bitcoin</i>	2,0750	<i>Litecoin</i>	0,1294
<i>Stellar</i>	0,8881	<i>Litecoin</i>	1,2767	<i>Stellar</i>	0,0646
<i>Ethereum</i>	0,7317	<i>Stellar</i>	1,1706	<i>Tether</i>	-0,0655
<i>Ripple</i>	0,7257	<i>Ethereum</i>	1,0392	<i>Ethereum</i>	-0,0820
<i>Binance</i>	0,2183	<i>Ripple</i>	0,9554	<i>Ripple</i>	-0,2289
<i>EOS</i>	0,1920	<i>Binance</i>	0,4933	<i>Binance</i>	-0,2627
<i>Bitcoin SV</i>	0,0599	<i>EOS</i>	0,2414	<i>Bitcoin SV</i>	-0,9200
<i>Bitcoin Cash</i>	-0,2414	<i>Bitcoin SV</i>	0,1032	<i>EOS</i>	-0,9516
<i>Tether</i>	-1,7908	<i>Bitcoin Cash</i>	-0,4063	<i>Bitcoin Cash</i>	-1,3248

Fuente: Elaboración propia

El índice de Sharpe mide el exceso de rentabilidad que tiene cada título restando a la rentabilidad media el rendimiento del activo sin riesgo ajustado a la volatilidad de dicho activo en el mercado. Aplicando este indicador los títulos más rentables en función del

riesgo son *Bitcoin*, *Litecoin* y *Stellar*. En el apartado 4.1 se concluía que *Stellar* era la criptomoneda más volátil de la muestra con una desviación del 58%, sin embargo, era la más rentable (tabla 6), lo que ha permitido que obtenga una mayor rentabilidad por unidad de riesgo. De la manera que mide la rentabilidad este índice cabe esperar que *Tether* no fuera una buena opción de inversión ya que tiene una rentabilidad muy baja, por lo que es preferible invertir en el activo sin riesgo que ofrece mayor rentabilidad.

El índice Treynor mide el exceso de rentabilidad de la misma forma que el índice de Sharpe a diferencia que la unidad de riesgo está cuantificada por la beta del título. Según los resultados obtenidos la criptomoneda más rentable por unidad de riesgo es *Tether*, pero teniendo en cuenta que es una moneda con un valor casi constante y que presenta una rentabilidad anual y beta negativas, a la hora de invertir no va a ofrecer una rentabilidad real por encima de otra criptomoneda. Por lo tanto, la medida de *performance* pierde coherencia en este resultado, ya que no se puede interpretar de la manera correcta. Este dato solo refleja el hecho de que *Tether* es muy poco volátil y que el nivel de riesgo asumido por unidad de riesgo beta es bajo. El resto de resultados se ajustan más a la realidad, siendo las más rentables *Bitcoin*, *Litecoin* y *Stellar* con unos ratios de 207,5%, 127,67% y 117,06% respectivamente.

El índice o Alfa de Jensen mide la rentabilidad diferencial de un activo para un determinado grado de riesgo. Su fórmula explica la diferencia entre la rentabilidad obtenida y la esperada por el título, es decir, la que corresponde al riesgo sistemático que se asume. En función de que el título supere, iguale o esté por debajo del rendimiento esperado tendrá un Alfa positivo, neutro o negativo (AFI, s.f). Al igual que en el resto de indicadores las criptomonedas con un ratio rentabilidad-riesgo de categoría superior son *Bitcoin*, *Litecoin* y *Stellar*. El resto de resultados son negativos y tienen una categoría inferior ya que en su mayoría poseen una rentabilidad por debajo a la adecuada según su beta y en el caso de *Tether* inferior a la del activo libre de riesgo.

Los cálculos efectuados previamente también se emplearon para la cartera ponderada y el mercado de acciones. Los resultados obtenidos fueron muy similares a los obtenidos anteriormente. En ambos casos la relación rentabilidad-riesgo de *Ripple* destaca junto a las tres criptodivisas mencionadas.

Por lo tanto, se puede concluir que *Bitcoin*, *Litecoin* y *Stellar* son las criptomonedas dentro de la muestra con mejores resultados. El análisis de *performance* no concluye que estas sean las criptodivisas más rentables del mercado, sino las que más rentabilidad reportan en función de su riesgo para los inversores.

# Conclusiones

A partir de todo lo expuesto previamente y de los resultados alcanzados en el análisis realizado en comparación con los datos obtenidos en la anterior investigación se derivan las siguientes conclusiones:

- A pesar de que existen diferentes mecanismos comercializadores de criptomonedas que se utilizan, principalmente a través de plataformas o ICOs, el Banco de España y la Comisión Nacional del Mercado de Valores advierten sobre los riesgos de invertir en un mercado que no está protegido por sus leyes y en el que no se encuentra registrada y autorizada ninguna organización comercializadora de criptodivisas.
- Sigue existiendo un vacío legislativo y jurídico para el ámbito de las criptomonedas, donde se ha ajustado la normativa fiscal actual para aplicar los impuestos pertinentes a los beneficios obtenidos de la inversión en criptodivisas.
- Actualmente existen proyectos de monedas estables en fase de estudio por parte de los Bancos Centrales de algunos países, siendo el proyecto más inminente el del Banco Popular de China.
- Aunque el proceso de minería de *Bitcoin* esté ligado a un alto consumo de recursos y sea la criptomoneda más antigua y de mayor valor no es considerada una reserva de valor por parte de las instituciones financieras.
- A finales del primer trimestre de 2020 *Investing* registraba más de 2.800 criptomonedas de las cuales casi el 90% de la capitalización de todo el criptomercado se encuentra en las diez criptomonedas analizadas en este trabajo. El comportamiento de las rentabilidades de las criptodivisas analizadas ha mostrado altas similitudes al comportamiento de *Bitcoin*, lo que puede significar que los inversores toman como índice de referencia esta criptomoneda para realizar sus movimientos.

- Las criptomonedas con mayor rentabilidad media durante el período de análisis son *Ripple* y *Stellar*, siendo esta última la más volátil de la muestra y *Bitcoin* la segunda menos volátil después de *Tether*.
- El criptomercado no está relacionado con otros mercados según el análisis efectuado con los índices, ya que las criptomonedas son activos con más riesgo que los de otros mercados. Los mercados de divisas son poco volátiles en general, pero, si simplemente se compara el de criptomonedas (mediante su índice CRIX) con el de acciones (mediante el MSCI *World*) se obtiene una volatilidad de 80,95% y 10,62% respectivamente, y una rentabilidad anual media de 118,80% y 10,85% respectivamente. Por lo que se observa una volatilidad del primero ocho veces superior al segundo y una rentabilidad anual media doce veces superior (con datos de los últimos cuatro años).
- Las correlaciones halladas entre el mercado y las criptomonedas de la muestra son, en general, positivas. En el caso de las correlaciones con índices de otros mercado son, en general, bajas y, sobre todo las correspondientes al índice de acciones y al del dólar, resultan negativas. Por lo tanto, diversificar el riesgo se hace más difícil en una cartera compuesta solo por criptomonedas a causa de la influencia de *Bitcoin* en el resto de criptomonedas del mercado. Para no asumir un elevado nivel de riesgo los inversores deben componer su cartera de activos de varias clases, lo que le permite minimizar el riesgo y aumentar la rentabilidad.
- En la investigación previa correspondiente al horizonte temporal de 2016-2018 se realizó una estimación de las rentabilidades esperadas para una muestra de criptomonedas aplicando la ecuación del CAPM donde se esperaban unos rendimientos futuros entre el 1% y el 4%, siendo las de mayor resultado *Stellar*, *Bitcoin* y *Ripple*. Los rendimientos alcanzados durante 2019, comprobados en el presente trabajo, distan de las predicciones realizadas, lo que se puede ver como un indicio de que el modelo no es válido para el mercado de criptomonedas.
- Como prueba adicional de la posible validez del CAPM en este contexto se ha llevado a cabo un contraste de corte transversal con medias con los datos disponibles con una variedad de aproximaciones del mercado y ninguno de sus resultados la apoyan. Y aunque estos resultados no son totalmente fiables por limitaciones relacionadas con el método de estimación empleado, parecen ir en

la línea de los de diversos estudios académicos que afirman que es necesario tener en cuenta otros factores en el análisis.

- Las medidas de *performance* aplicadas para medir la rentabilidad que proporcionan estas criptodivisas por unidad de riesgo en el mercado de criptomonedas aproximado por el índice CRIX reflejan en los tres índices (Sharpe, Treynor y Jensen) que los títulos que ofrecen una mejor relación rendimiento-riesgo son *Bitcoin*, *Litecoin* y *Stellar*. Dichas medidas de *performance* también se aplicaron tomando como aproximación del mercado de referencia una cartera de criptomonedas ponderada por capitalización y el índice de acciones MSCI *World*, en el que a las criptomonedas destacadas anteriormente se les suma *Ripple*.
- Por último, resaltar que el mercado de las criptomonedas no es un mercado estable y que los inversores asumen un riesgo muy elevado al negociar estos activos. El mercado se sostiene por la confianza de los inversores y puede variar frecuentemente por el grado de incertidumbre que surge en este entorno.

## Bibliografía

- Analistas Financieros Internacionales. (s.f.). Medidas de performance. *AFI*. Recuperado el 9 de julio de 2020 de [http://www.afi.es/Content/FundsApps/EspanioletoGGFunds/html/ayuda\\_medida\\_sperformance.htm](http://www.afi.es/Content/FundsApps/EspanioletoGGFunds/html/ayuda_medida_sperformance.htm)
- Androutsellis-Theotokis, S., Spinellis, D. (2004). *A Survey of Peer-to-Peer Content Distribution Technologies*. En S. S. Androutsellis-Theotokis, *ACM Computing Surveys*, 337.
- Asepyme. (2019). Impuestos y tributación de bitcoin y criptomonedas. Recuperado el 25 de abril de 2020 de <https://asepyme.com/impuestos-y-tributacion-de-bitcoin-y-criptomonedas-irpf-iva-itp-ip-is/>
- Autoridad Europea de Valores y Mercados. (28 de febrero de 2013). Contratos por diferencias (CFDs). *Comisión Nacional del Mercado de Valores*. Recuperado el 23 de mayo de 2020 de [https://www.cnmv.es/DocPortallnv/OtrosPDF/ES-CFD\\_warning\\_.pdf](https://www.cnmv.es/DocPortallnv/OtrosPDF/ES-CFD_warning_.pdf)
- AutoTradingFactory*. (26 de noviembre de 2018). Bitcoin, criptos e ICO: las inversiones del futuro, hoy. [Figura]. Recuperado el 1 de julio de 2020 de <https://autotradingfactory.com/bitcoin-criptos-e-ico-las-inversiones-del-futuro-hoy/>
- Banco de España. (8 de febrero de 2018). *Comunicado conjunto de la CNMV y del Banco de España sobre "criptomonedas" y "ofertas iniciales de criptomonedas" (ICOs)*. [Comunicado de prensa]. Recuperado el 8 de abril de 2020 de <http://www.cnmv.es/Portal/verDoc.axd?t=%7bf3ab3acc-c4fc-4b99-b61f-b9ef8dab7a98%7d>
- Banco Central Europeo. (13 de febrero de 2018). Recuperado el 30 de marzo de 2020 de <https://www.ecb.europa.eu/explainers/tell-me/html/what-is-bitcoin.es.html>
- Bhambhwani, S., Delikouras, S. & Korniotis, G. (15 de abril de 2020). Do Fundamentals Drive Cryptocurrency Returns? *SSRN*. Recuperado el 18 de junio de 2020 de [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3342842](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3342842)
- Bitcoin*. (2020). Recuperado el 9 de abril de 2020 de <https://bitcoin.org/es/>

- Bitcoin Cash*. (2020). Recuperado el 9 de abril de 2020 de <https://www.bitcoincash.org/>
- BitcoinSV*. (2020). Recuperado el 10 de abril de 2020 de <https://bitcoinsv.com/en>
- Bit2me Academy. (2020). *Proceso de halving de Bitcoin*. [Figura]. Recuperado de <https://academy.bit2me.com/que-es-halving-bitcoin/>
- Black, A. (marzo de 1997) *Hashcash*. Recuperado el 29 de marzo de 2020 de <http://www.hashcash.org/papers/announce.txt>
- Blandin, A., Cloots, A., Hussain, H., Rauchs, M., Cloud, K., & Zhang, B. (2019). *University of Cambridge*. Recuperado el 8 de abril de 2020 de [https://www.jbs.cam.ac.uk/fileadmin/user\\_upload/research/centres/alternative-finance/downloads/2019-04-ccaf-global-cryptoasset-regulatory-landscape-study.pdf](https://www.jbs.cam.ac.uk/fileadmin/user_upload/research/centres/alternative-finance/downloads/2019-04-ccaf-global-cryptoasset-regulatory-landscape-study.pdf)
- Bloomberg*. (10 de diciembre de 2019) *Saga Announces the Official Launch of the SGA Token*. Recuperado el 1 de abril de 2020 de <https://www.bloomberg.com/press-releases/2019-12-10/saga-announces-the-official-launch-of-the-sga-token>
- Broker Online*. (2018). Recuperado el 12 de abril de 2020 de <https://www.brokeronline.es/binance-coin/>
- BTC Direct*. (2020). Recuperado el 9 de abril de 2020 de <https://btcdirect.eu/es-es/que-es-el-halving-del-bloque-de-bitcoin>
- Caro, L. (2019). *El mercado de las criptomonedas. Análisis de rentabilidad y riesgo*. (TFG). Universidad de Vigo, Campus de Ourense, España. Recuperado el 8 de junio de 2020 de [http://fcetou.uvigo.es/docs/docencia/tfg/premios/JMPC-2019\\_Leandra.pdf](http://fcetou.uvigo.es/docs/docencia/tfg/premios/JMPC-2019_Leandra.pdf)
- Chaum, D. (1982). *Blind signatures for untraceable payments*. California: University of California. Recuperado el 28 de marzo de 2020 de <https://www.chaum.com/publications/Chaum-blind-signatures.PDF>
- CoinList*. (s.f.). Cajeros Bitcoin en España. ¿Cómo funcionan y dónde encontrarlos? [Figura]. Recuperado el 1 de junio de 2020 de <https://coinlist.me/es/altcoins/bitcoin/cajeros-bitcoin/>
- Comisión Nacional del Mercado de Valores. (14 de noviembre de 2017). *ESMA alerta de los riesgos de las denominadas ICO* [Comunicado de prensa]. Recuperado el 8 de abril de 2020 de <https://www.cnmv.es/portal/verDoc.axd?t=%7Bd1d37c47-84fd-4a9b-8251-3186085e0c86%7D>
- Comisión Nacional del Mercado de Valores. (8 de febrero de 2018). *Consideraciones de la CNMV sobre “criptomonedas” e “ICOs” dirigidas a los profesionales del sector financiero*. Recuperado el 31 de mayo de 2020 de

<http://cnmv.es/portal/verDoc.axd?t=%7B9c76eef8-839a-4c19-937f-cfde6443e4bc%7D>

Comisión Nacional del Mercado de Valores. (26 de marzo de 2019). *Comunicado sobre operaciones de captación de fondos a través de Initial Coin Offerings (ICOs)*. Recuperado el 30 de marzo de 2020 de <https://www.cnmv.es/portal/verDoc.axd?t=%7B54a67a2d-4691-405f-942b-1755ea195cf1%7D>

*Commodity Futures Trading Commission*. (2020) Recuperado el 1 de junio de 2020 de <https://www.cftc.gov/>

*Criptonoticias*. (18 de marzo de 2020). Alto apalancamiento en el mercado de las criptomonedas hizo caer el precio de Bitcoin. Recuperado el 16 de junio de 2020 de <https://www.criptonoticias.com/mercados/apalancamiento-mercado-criptomonedas-precio-bitcoin/>

*Crypto Rates Exchange*. (2020). Tasas de cambio de criptomonedas. Recuperado el 15 de junio de 2020 de <https://es.cryptoratesxe.com/>

Dai, W. (1998). *B-money*. Recuperado el 29 de marzo de 2020 de <http://www.weidai.com/bmoney.txt>

Dirección General de Tributos. (2018). *Iberley*. Recuperado el 10 de abril de 2020 de <https://www.iberley.es/resoluciones/resolucion-vinculante-dgt-v0808-18-22-03-2018-imputacion-temporal-irpf-compraventa-monedas-virtuales-1476129>

*EARNFOREX*. (2020). DXY- Índice del dólar de EEUU. Recuperado el 4 de junio de 2020 de <https://www.earnforex.com/es/gu%C3%ADas/dxy-%C3%ADndice-del-d%C3%B3lar-de-eeuu/>

EFE. (25 de abril de 2020). Las criptomonedas aspiran a ser un activo refugio pero asusta su volatilidad. *eldiario.es*. Recuperado el 24 de mayo de 2020 de [https://www.eldiario.es/economia/criptomonedas-aspiran-activo-refugio-volatilidad\\_0\\_1020498014.html](https://www.eldiario.es/economia/criptomonedas-aspiran-activo-refugio-volatilidad_0_1020498014.html)

EFE. (11 de enero de 2018). Corea del Sur hunde al bitcoin más de un 10% al anunciar que trabaja en un plan para prohibir las criptomonedas. *El Economista.es*. Recuperado el 16 de junio de 2020 de <https://www.eleconomista.es/divisas/noticias/8860630/01/18/Corea-del-Sur-hunde-al-bitcoin-mas-de-un-10-al-anunciar-que-trabaja-en-un-plan-para-prohibir-las-criptomonedas.html>

Eichengreen, B. (26 de octubre de 2019). La Libra de Facebook nace muerta. *El Economista*. Recuperado el 31 de marzo de 2020 de

<https://www.eleconomista.es/opinion-blogs/noticias/10162603/10/19/La-Libra-de-Facebook-nace-muerta.html>

*El País*. (13 de septiembre de 2019). El BCE carga contra la Libra de Facebook y alerta que podría ser un riesgo para el euro. Recuperado el 31 de marzo de 2020 de

[https://cincodias.elpais.com/cincodias/2019/09/02/mercados/1567413581\\_608586.html](https://cincodias.elpais.com/cincodias/2019/09/02/mercados/1567413581_608586.html)

*EOS.IO*. (2020). Recuperado el 10 de abril de 2020 de <https://eos.io/>

España. Real Decreto Legislativo 1175/1990, de 28 de septiembre, por el que se aprueban las tarifas y la instrucción del Impuesto sobre las Actividades Económicas. Boletín Oficial del Estado, 29 de septiembre de 1990, núm. 234.

España. Ley 19/1991, de 6 de junio, del Impuesto sobre el Patrimonio. Boletín Oficial del Estado, de 7 de junio de 1991, núm. 136.

España. Ley 37/1992, de 28 de diciembre, del Impuesto sobre el Valor Añadido. Boletín Oficial del Estado, 29 de diciembre de 1992, núm. 312.

España. Ley 58/2003, de 17 de diciembre, General Tributaria. Boletín Oficial del Estado, de 18 de diciembre de 2003, núm. 302.

España. Ley 35/2006, de 28 de noviembre, del Impuesto sobre la Renta de las Personas Físicas y de modificación parcial de las leyes de los Impuestos sobre Sociedades, sobre la Renta de no Residentes y sobre el Patrimonio. Boletín Oficial del Estado, 29 de diciembre de 2019, núm. 285.

España. Real Decreto 1065/2007, de 27 de julio, por el que se aprueba el Reglamento General de las actuaciones y los procedimientos de gestión e inspección tributaria y de desarrollo de las normas comunes de los procedimientos de aplicación de los tributos. Boletín Oficial del Estado, de 5 de septiembre de 2007, núm. 213.

España. Real Decreto Legislativo 4/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Mercado de Valores. Boletín Oficial del Estado, de 24 de octubre de 2015, núm. 255.

España. Resolución Vinculante de Dirección General de Tributos de 31 de agosto de 2016, núm. V3625-16.

España. Resolución de 8 de enero de 2018, de la Dirección General de la Agencia Estatal de Administración Tributaria, por lo que se aprueban las directrices generales del Plan Anual de Control Tributario y Aduanero de 2018. Boletín Oficial del Estado, 23 de enero de 2018, núm. 20, pp. 8130 a 8153.

- España. Resolución Vinculante de Dirección General de Tributos de 22 de marzo de 2018. SG de Operaciones Financieras, 22 de marzo de 2018, núm. V0808-18.
- Ethereum*. (2020). Recuperado el 9 de abril de 2020 de <https://ethereum.org/what-is-ethereum/>
- EthHub*. (2020). Recuperado el 9 de abril de 2020 de <https://docs.ethhub.io/ethereum-basics/what-is-ethereum/#what-are-smart-contracts-and-decentralized-applications>
- eToro*. (s.f.). ¿Qué es el apalancamiento? Recuperado el 23 de mayo de 2020 de <https://www.etoro.com/es/customer-service/help/1189152502/qu%C3%A9-es-el-apalancamiento/>
- European Central Bank. (2012). *Virtual Currency Schemes*. Frankfurt: European Central Bank.
- Expansión. (8 de febrero de 2018). Los cinco riesgos de invertir en Bitcoin según la CNMV. *Unidad Editorial Información Económica S.L.* Recuperado el 5 de mayo de 2020 de <https://www.expansion.com/mercados/divisas/2018/02/08/5a7c337ce5fdeaae1f8b4633.html>
- Expansión. (12 de julio de 2019). Donald Trump critica Libra y el Bitcoin y dice que deben estar reguladas. *Unidad Editorial Información Económica S.L.* Recuperado el 31 de marzo de 2020 de <https://www.expansion.com/empresas/2019/07/12/5d2864d7e5fdead45b8b4716.html>
- Fernández Herraiz, C., Esclapes Membrives, S., & Domínguez Prado, A. J. (2020). *Emerging Tools and Strategies for Financial Management*. IGI Global.
- Finnovating*. (diciembre de 2019). Criptomercados y Blockchain. Segundo Semestre (p. 10-11). Recuperado el 1 de abril de 2020 de <https://www.finnovating.com/es/report/criptomercados-y-blockchain-2020-s2/>
- Fondo Monetario Internacional. (1 de octubre de 2016). Derechos Especiales de Giro (DEG). Recuperado el 3 de junio de 2020 de <https://www.imf.org/es/About/Factsheets/Sheets/2016/08/01/14/51/Special-Drawing-Right-SDR>
- Fondo Monetario Internacional. (3 de junio de 2020). Valoración SDR. Recuperado el 3 de junio de 2020 de [https://www.imf.org/external/np/fin/data/rms\\_sdrv.aspx](https://www.imf.org/external/np/fin/data/rms_sdrv.aspx)
- FUNCAS*. (2014). Recuperado el 22 de marzo de 2019 de [https://www.funcas.es/\\_obsdigi\\_/glosario\\_es/Index.aspx](https://www.funcas.es/_obsdigi_/glosario_es/Index.aspx)

- Godoy, G. (12 de diciembre de 2019). Evolución de Bitcoin 2019: Cómo se ha comportado el precio de Bitcoin durante el año. *Cointelegraph*. Recuperado el 16 de junio de 2020 de <https://es.cointelegraph.com/news/evolucion-de-bitcoin-2019-como-se-ha-comportado-el-precio-de-bitcoin-durante-el-ano>
- Gómez-Bezares, F., Santibáñez, J. & Madariaga, J.A. (1994). *Valoración de las acciones en la Bolsa española: un análisis en la relación entre calidad y riesgo*. Bilbao: Editorial Desclee de Brouwer, S.A.
- Härdle, W. & Trimborn, S. (2018). *CRIX an Index for cryptocurrencies*. *Journal of Empirical Finance*, No. 49, 107-122. Recuperado el 18 de junio de 2020 de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0927539818300616>
- Härdle, W., Harvey, C. & Reule, R. (13 de febrero de 2020). *Understanding Cryptocurrencies*. *Journal of Financial Econometrics*, Vol. 18, No. 2, 181–208, Oxford. Recuperado el 16 de junio de 2020 de <https://academic.oup.com/jfec/article/18/2/181/5735422>
- Hinchliffe, R. (4 de junio de 2020). Libra's Second Wind. *Fintech Futures*. Recuperado el 16 de junio de 2020 de <https://www.fintechfutures.com/2020/06/libras-second-wind/>
- HodlBlog*. (30 de marzo de 2019). La guía definitiva sobre fondos de índice de criptomonedas. Recuperado el 18 de junio de 2020 de <https://www.hodlbot.io/blog/ultimate-guide-on-cryptocurrency-indices>
- HodlBlog*. (1 de abril de 2020). Bitcoin Crash- Are Prices Tied to the Global Financial Crash? Recuperado el 16 de junio de 2020 de <https://www.hodlbot.io/blog/bitcoin-crash>
- Hughes, E. (9 de marzo de 1993). *A Cypherpunk's Manifesto*. Recuperado el 22 de marzo de 2019 de <https://www.activism.net/cypherpunk/manifesto.html>
- Investing*. (2020). Recuperado el 15 de enero de 2020 de <https://es.investing.com/>
- Krugman, P. (29 de enero de 2018). Bubble, Bubble, Fraud and Trouble. *The New York Times*. Recuperado el 16 de junio de 2020 de <https://www.nytimes.com/2018/01/29/opinion/bitcoin-bubble-fraud.html>
- Lemon, A. (30 de diciembre de 2018). Regulaciones de la ESMA: ¿qué significa menos apalancamiento? *DailyForex*. Recuperado el 23 de mayo del 2020 de <https://es.dailyforex.com/forex-articles/2018/05/regulaciones-de-la-esma-qu%C3%A9-significar%C3%A1-menos-apalancamiento-6-de-mayo-2018/96941>
- Libertex*. (12 de mayo de 2020). ¿Qué son los CFDs y cómo hacer trading? Recuperado el 15 de junio de 2020 de <https://libertex.org/es/blog/que-es-cfd-trading>

- Litecoin*. (2020). Recuperado el 10 de abril de 2020 de <https://litecoin.org/es/>
- Liu, W., Liang, X. & Cui, G. (21 de mayo de 2019). *Common risk factors in the returns on cryptocurrencies*. SSRN. Recuperado el 5 de julio de 2020 de [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3380260](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3380260)
- Madeira, A. (31 de marzo de 2020). ¿Capitulación? Bitcoin golpeado por la mayor caída de la dificultad de minería desde 2011. *Cointelegraph*. Recuperado el 16 de junio de 2020 de <https://es.cointelegraph.com/news/capitulation-btc-battered-by-biggest-mining-difficulty-drop-since-2011>
- Marchant, D. (4 de abril de 2020). *OffShoreAlert*. Recuperado el 8 de abril de 2020 de <https://www.offshorealert.com/class-action-complaints-against-cryptocurrency-firms-alleging-unregistered-sale-of-securities.aspx>
- MundoOffshore*. (9 de enero de 2015). La banca offshore. Recuperado el 23 de mayo de 2020 de <https://mundooffshore.net/la-banca-offshore/>
- Nakamoto, S. (11 de febrero de 2009). *Bitcoin: A peer-to-peer Electronic Cash System*. Recuperado el 29 de marzo del 2020 de <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
- National Geographic. (2020). *Historia National Geographic*. Recuperado el 27 de marzo de 2020 de [https://historia.nationalgeographic.com.es/a/asi-fue-descubrimiento-piedra-rosetta\\_7462/4](https://historia.nationalgeographic.com.es/a/asi-fue-descubrimiento-piedra-rosetta_7462/4)
- ODF-FUNCAS. (2014). Recuperado el 22 de marzo de 2019 de [https://www.funcas.es/\\_obsdigi\\_/glosario\\_es/Index.aspx](https://www.funcas.es/_obsdigi_/glosario_es/Index.aspx)
- ODF-FUNCAS. (2019). Principales países por número de cuentas exchanges (%) [Figura]. Recuperado de <https://www.finnovating.com/es/report/criptomercados-y-blockchain-2020-s2/>
- ODF-FUNCAS. (junio de 2019). Criptomercados y Blockchain. Primer Semestre. Recuperado el 1 de abril de 2020 de [https://www.funcas.es/\\_obsdigi\\_/](https://www.funcas.es/_obsdigi_/)
- ODF-FUNCAS. (diciembre de 2019). Criptomercados y Blockchain. Segundo Semestre. Recuperado el 1 de abril de 2020 de [https://www.funcas.es/\\_obsdigi\\_/](https://www.funcas.es/_obsdigi_/)
- ODF-FUNCAS. (2019). Capitalización del criptomercado en diciembre de 2019. [Figura]. Recuperado de [https://www.funcas.es/\\_obsdigi\\_/](https://www.funcas.es/_obsdigi_/)
- Peña, F. (febrero de 2019). ¿Son las criptomonedas otros medios de pago? *GA-P*. Recuperado el 2 de junio de 2020 de <https://www.ga-p.com/wp-content/uploads/2019/02/Son-las-criptomonedas-otros-medios-de-pago.pdf>
- Prieto, M. J. (2020). *Historia de la criptografía: Cifras, códigos y secretos desde la antigua Grecia a la Guerra Fría*. Madrid: La esfera de los libros.

- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. (2019). *Diccionario de la Lengua Española*. Recuperado el 27 de marzo de 2020 de <https://dle.rae.es/criptograf%C3%ADa>
- Reuters. (2 de octubre de 2019). Recuperado el 8 de abril de 2020 de <https://www.reuters.com/article/us-usa-fed-harker-digital/feds-harker-digital-central-bank-currency-inevitable-idUSKBN1WH1L4>
- Ripple. (2020). Recuperado el 9 de abril de 2020 de <https://ripple.com/xrp/>
- SAGA. (2019). Recuperado el 1 de abril de 2020 de <http://www.saga.org/about/>
- Sandoval, C. (15 de septiembre de 2014). *SlideShare*. Recuperado el 27 de marzo de 2020 de <https://pt.slideshare.net/carmen2407/cifrado-de-datos/3>
- Securities and Exchange Commission. (9 de octubre de 2019). Self-Regulatory Organizations; NYSE Arca, Inc.; Order Disapproving a Proposed Rule Change, as Modified by Amendment No. 1, Relating to the Listing and Trading of Shares of the Bitwise Bitcoin ETF Trust Under NYSE Arca Rule 8.201-E. Recuperado el 16 de junio de 2020 de <https://www.sec.gov/rules/sro/nysearca/2019/34-87267.pdf>
- Segarra, P. (27 de septiembre de 2019). Criptomonedas: ventajas, riesgos y futuro según tres expertos. *20 Minutos Editora, S.L.* Recuperado el 23 de mayo de 2020 de <https://www.20minutos.es/noticia/3776869/0/criptomonedas-bitcoin-divisas-digitales-criptodivisas/>
- Self Bank (17 de diciembre de 2017). MSCI World Index, una referencia para todo inversor. *Singular Bank S.A.U.* Recuperado el 3 de junio de 2020 de <https://blog.selfbank.es/msci-world-index-una-referencia-para-todo-inversor/>
- Sharpe, W. (septiembre de 1964) Capital Asset Prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk. *The Journal of Finance*. Recuperado el 4 de junio de 2020 de <http://efinance.org.cn/cn/fm/Capital%20Asset%20Prices%20A%20Theory%20of%20Market%20Equilibrium%20under%20Conditions%20of%20Risk.pdf>
- Sierra, M. (2 de marzo de 2020). El bitcoin, a punto de superar al oro como activo refugio. *Vozpopuli*. Recuperado el 8 de junio de 2020 de [https://www.vozpopuli.com/economia-y-finanzas/bitcoin-punto-superar-valor-reserva\\_0\\_1331868124.html#:~:text=%22El%20valor%20de%20bitcoin%20como,un%20tiempo%20determinado%20\(flujo\)](https://www.vozpopuli.com/economia-y-finanzas/bitcoin-punto-superar-valor-reserva_0_1331868124.html#:~:text=%22El%20valor%20de%20bitcoin%20como,un%20tiempo%20determinado%20(flujo))
- Stellar. (2020). Recuperado el 10 de abril de 2020 de <https://www.stellar.org/?locale=es>
- Tapscott, A. (21 de febrero de 2017). *“La revolución Blockchain: Descubre cómo esta nueva tecnología transformará la economía global”*. Canadá: Deusto.

- Tether*. (2020). Recuperado el 10 de abril de 2020 de <https://tether.to/>
- The Crix*. (2020). Índice Crix. Recuperado el 15 de enero de 2020 de <https://thecrix.de/>
- Tribunal de Justicia. (22 de octubre de 2015) Sentencia del Tribunal de Justicia (Sala Quinta) de 22 de octubre de 2015. *Revista de Derecho del Mercado Financiero*. Recuperado el 1 de junio de 2020 de <http://www.rdmf.es/wp-content/uploads/2015/11/stjue-22-octubre-2015.pdf>
- University of California Television [UCTV]. (2008). Claude Shannon - Father of the Information Age. Recuperado el 10 de abril de 2020 de [https://www.youtube.com/watch?v=z2Whj\\_nL-x8](https://www.youtube.com/watch?v=z2Whj_nL-x8)
- Varela, A. (20 de agosto de 2019). Derivados criptográficos: ¿Qué son? *CriptoMonedaseICOs*. Recuperado el 15 de junio de 2020 de <https://criptomonedaseico.com/tutoriales/derivados-criptograficos-que-son/>
- Vargas, R. (18 de septiembre de 2019). El Banco de España teme que la criptomoneda de Facebook desestabilice la economía. *El Economista*. Recuperado el 31 de marzo de 2020 de <https://www.larazon.es/economia/el-banco-de-espana-teme-que-la-criptomoneda-de-facebook-desestabilice-la-economia-JI24979635/>
- Velasco, J. J. (25 de mayo de 2014). *eldiario.es*. Recuperado el 27 de marzo de 2020 de [https://www.eldiario.es/turing/criptografia/Breve-historia-criptografia\\_0\\_261773822.html](https://www.eldiario.es/turing/criptografia/Breve-historia-criptografia_0_261773822.html)
- Young, J. (20 de marzo de 2020). ¿Bitcoin tiene valor intrínseco o está basado en la nada? *Cointelegraph*. Recuperado el 23 de mayo del 2020 de <https://es.cointelegraph.com/news/does-bitcoin-have-intrinsic-value-or-is-it-based-on-thin-air>

# Anexos

## Anexo 1. Figuras

**Figura 1:** Modelo de cajero automático de *bitcoin*



Fuente: *CoinList*

**Figura 2:** Concentración de cajeros *bitcoins* por países



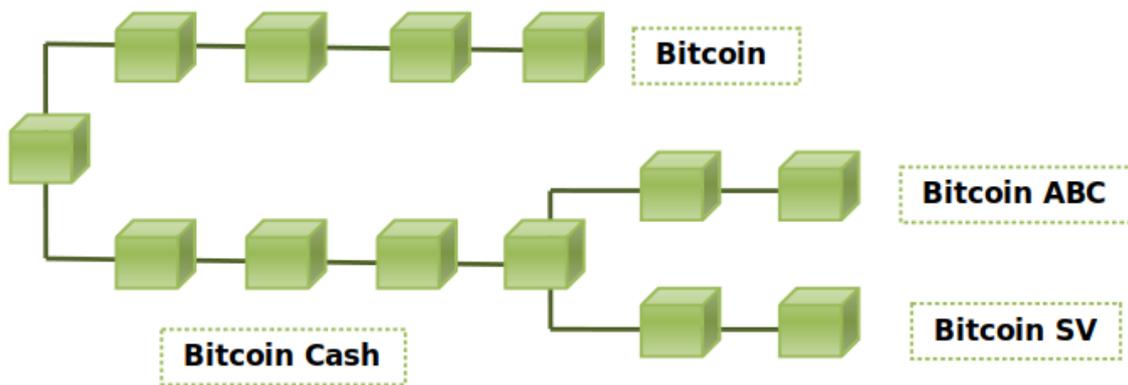
Fuente: ODF-FUNCAS

**Figura 3:** Mecanismos de criptografía de la Segunda Guerra Mundial: rueda de cifrado y máquina Enigma



Fuente: Periódico digital: eldiario.es

**Figura 4:** División de criptomonedas derivadas de *Bitcoin*



Fuente: Elaboración propia

## Anexo 2. Gráficos

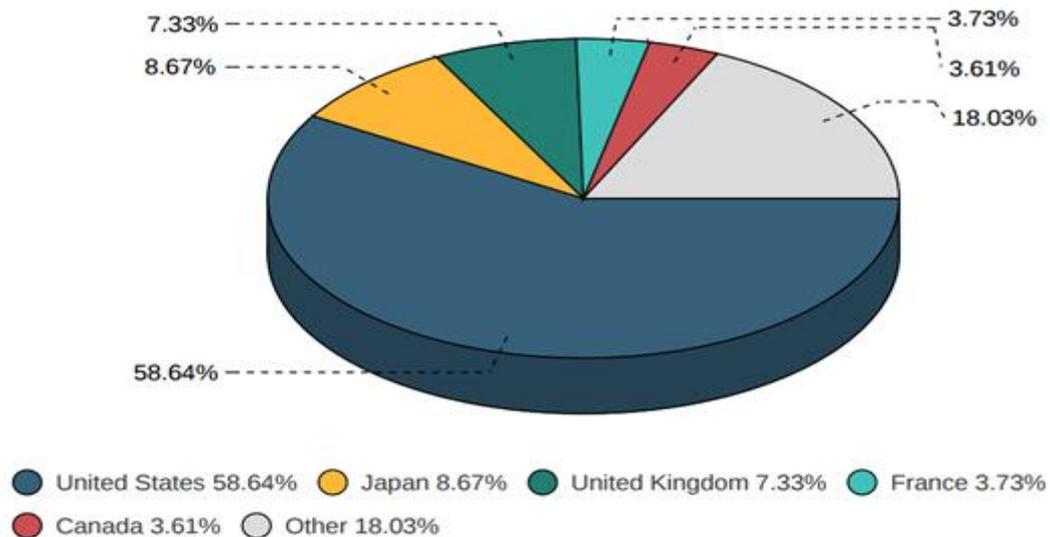
**Gráfico 1:** Criptomonedas que componen el índice CRIX a 16 de junio de 2020



Fuente: The CRIX

Nota: Las primeras criptodivisas que componen el índice por ponderación según la capitalización bursátil son *Bitcoin* (BTC), *Ethereum* (ETH), *Tether* (USDT), *Ripple* (XRP), *Bitcoin Cash* (BCH), *Bitcoin SV* (BSV), *Litecoin* (LTC), *ChainLink* (LINK), *Stellar* (XLM) y OKB.

**Gráfico 2:** Países con mayor porcentaje dentro del índice MSCI World



Fuente: Singular Bank S.A.U.

**Gráfico 3:** Evolución de la cotización de los Bonos del Estado americano a dos años



Fuente: *Investing*

**Gráfico 4:** Evolución de la cotización de los Bonos del Estado americano a tres años



Fuente: *Investing*

## Anexo 3. Tablas

**Tabla 1:** Tasas de cambio del USD/DEG y DEG/USD el 3 de junio de 2020

Miércoles 03 de junio de 2020				
Unidad monetaria	Monto de divisas bajo la Regla O-1	Tipo de cambio <sup>1</sup>	Equivalente en dólares estadounidenses	Cambio porcentual en el tipo de cambio frente al dólar estadounidense respecto al cálculo anterior
Yuan chino	1.0174	7.11665	0.142961	-0,067
Euro	0.38671	1.12025	0.433212	0.300
yen japonés	11.900	108.71500	0.109461	-0,865
Libra esterlina	0,085946	1.25865	0.108176	0.211
Dólar estadounidense	0,58252	1.00000	0.582520	
			1.376330	
		US \$ 1.00 = DEG	0.726570 <sup>2</sup>	-0.035 <sup>3</sup>
		DEG1 = US \$	1.376330 <sup>4</sup>	

Fuente: Fondo Monetario Internacional

Nota: El equivalente en dólares se halla de dividir el monto de divisas y la tasa de cambio de cada moneda, dicho sumatorio resulta el tipo de cambio DEG/USD. Para calcular el tipo de cambio USD/DEG se realiza el recíproco del valor de DEG/USD.

**Tabla 2:** Resultados del contraste del CAPM aproximado por la cartera ponderada por capitalización y el índice MSCI World

	Cartera ponderada por capitalización		Índice MSCI World	
	$\gamma_0$	$\gamma_1$	$\gamma_0$	$\gamma_1$
<b>Mensual</b>	0,02270	0,01179	0,03911	0,00456
<b>Anualizado</b>	0,27242	0,14153	0,46927	0,05468
<b>R<sup>2</sup></b>		0,03152		0,11527
<b>Estadístico t</b>	0,70354	0,51027	3,24325	1,02094
<b>Prima del mercado (media anual 2016-2019)</b>				
0,00302				0,04728
<b>Rentabilidad sin riesgo</b>	0,06119			

Fuente: Elaboración propia