

¿DE QUÉ NO SE HABLA CUANDO HABLAMOS DE CRIPTOMONEDAS?

¿WHAT IS NOT TALK ABOUT WHEN WE TALK ABOUT CRYPTOCURRENCIES?

MARCHIONE, JULIO CESAR¹

PODMOGUILNYE, MARCELO GUSTAVO²

METILLI, GUSTAVO³

DOI: <https://doi.org/10.56563/costosygestion.103.5>
ark:/s25458329/woy1azwrv

Resumen

De manera disruptiva, aparecen en los mercados financieros, elementos impensados hace unos años atrás, que generan montos importantes en los mercados transaccionales de todo el mundo, sin ser estos referidos a moneda de curso legal en ningún país, y se generan cotizaciones elevadas con comportamientos muy volátiles.

Nacen las criptomonedas y la red que sirve de base para que ese ecosistema funcione, las DLT (Tecnologías de Registros Distribuidos), siendo la más conocida, la Blockchain.

En la presente propuesta, se desarrollarán los aspectos salientes para poder facilitar la comprensión sobre este denominado "ecosistema cripto" y, en particular, el estudio de los factores que conforman la matriz de costos del proceso de validación de las criptomonedas.

Como ya se ha indicado más arriba, se observa un vacío muy amplio en la mirada sobre el impacto que genera la obtención de algunas de estas criptomonedas en el medio ambiente, debido al uso indiscriminado de energías no renovables, ni tampoco cuál puede ser el horizonte de las mismas en una mutación a energías renovables y si, finalmente, se convertirán en medios de pago o solo avanzan como reserva de valor.

Palabras clave: criptomonedas, blockchain, bitcoin, minería, energías renovables, hashrate, halving

JEL: M15

¹ Universidad Argentina de la Empresa, Argentina. <https://orcid.org/0000-0002-9340-1828>. julio.marchione@gmail.com

² Universidad Nacional de Lomas de Zamora. Universidad de Buenos Aires (UBA). Argentina. <https://orcid.org/0000-0002-9082-3929> mpodmo@gmail.com

³ Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos, Argentina. <https://orcid.org/0000-0003-2974-8357>. gustavo.metilli@econ.unicen.edu.ar

¿WHAT IS NOT TALK ABOUT WHEN WE TALK ABOUT CRYPTOCURRENCIES?

Abstract

In a disruptive way, elements that were unthinkable a few years ago appear in the financial markets, which generate significant amounts in transactional markets around the world, without being referred to as legal tender in any country, and high prices are generated with behaviors very volatile.

Cryptocurrencies and the network that serves as the basis for this ecosystem to work are born, the DLT (Distributed Registry Technologies), the best known being the Blockchain.

In this proposal, the salient aspects will be developed in order to facilitate the understanding of this so-called "crypto ecosystem" and, in particular, the study of the factors that make up the cost matrix of the cryptocurrency validation process.

As has already been indicated above, there is a very wide gap in the view of the impact that obtaining some of these cryptocurrencies generates in the environment, due to the indiscriminate use of non-renewable energies, nor what can be the horizon of them in a mutation to renewable energies and if, finally, they will become means of payment or only advance as a reserve of value.

Keywords: cryptocurrencies, blockchain, bitcoin, mining, renewable energies, hashrate, halving.

JEL: M15.

O QUE NÃO É FALADO QUANDO FALAMOS DE CRIPTOMOEDAS?

Resumo

De forma disruptiva, aparecem nos mercados financeiros, elementos impensáveis há alguns anos, que geram valores importantes nos mercados transacionais ao redor do mundo, sem que estes sejam expressos na moeda oficial de qualquer país, e preços elevados são gerados com comportamentos muito voláteis.

Nascem criptomoedas e a rede que serve de base para esse ecossistema funcionar, chamada de "DLT" (*Distributed Ledger Technologies*), sendo a mais conhecida, a *Blockchain*.

Nesta proposta, serão desenvolvidos os destaques para facilitar a compreensão desse chamado "ecossistema cripto" e, em particular, o estudo dos fatores que compõem a matriz de custos do processo de validação de criptomoedas.

Como já fora indicado acima, há uma lacuna muito grande na visão do impacto gerado pela obtenção de algumas dessas criptomoedas no meio ambiente, devido ao uso indiscriminado de energias não renováveis, nem o que pode ser o horizonte do mesmo em uma mutação para energias renováveis e se, finalmente, eles se tornarão meios de pagamento ou só avançam como uma reserva de valor.

Palavras-chave: criptomoedas, blockchain, bitcoin, mineração, energia renovável, hashrate, halving

JEL: M15.

¿DE QUOI NE PARLE-T-ON PAS QUAND NOUS PARLONS DES CRYPTOMONNAIES?

Résumé

D'une manière disruptive apparaissent dans les marchés financiers des éléments impensables il y a quelques années, qui génèrent des sommes importantes dans les marchés transactionnels du monde entier, sans aucune correspondance avec la monnaie légale d'un pays créant ainsi des cours élevés aux comportements très volatils.

Apparaissent ainsi les cryptomonnaies et le réseau servant de base pour que cet écosystème fonctionne, les DLT (Technologies aux Registres Distribués), la plus connue étant la Blockchain.

Dans la proposition qui suit seront développés les aspects marquants afin de pouvoir faciliter la compréhension concernant cet "écosystème crypto" et, en particulier, l'étude des facteurs conformant la matrice des coûts du processus de validation des cryptomonnaies.

Tel qu'il a été signalé en amont, il existe un vide très important dans la vision sur l'impact que génère l'obtention de certaines de ces cryptomonnaies dans l'environnement, dû à l'utilisation indiscriminée d'énergies non renouvelables, ni quel peut être l'horizon du même dans une mutation vers les énergies renouvelables et si, finalement, celles-ci deviendront des modes de paiement ou alors elles ne progresseront que comme réserve de valeur.

Mots clés: cryptomonnaies, blockchain, bitcoin, industrie minière, énergies renouvelables, hashrate, halving.
JEL: M15.

1. Introducción

Para poder comprender el complejo e intrincado ecosistema de criptomonedas o monedas digitales, se deben desmenuzar las dimensiones más sobresalientes y pilares fundamentales del mundo criptográfico.

Por ello, es básico comenzar a entender algunos preceptos salientes de la red o soporte en la que se desarrollan la mayoría de las transacciones digitales de monedas: la denominada "blockchain".

Se trata, justamente, de una tecnología que muchos confunden o usan a manera de analogía con las criptomonedas, o específicamente con la más conocidas de ellas como es el "bitcoin", pero a lo largo de esta propuesta se verá que las criptomonedas y la blockchain no son la misma cosa, aunque estén absolutamente interconectadas simbióticamente. La "cadena de bloques" es un concepto mucho más amplio y puede tener aplicaciones impensadas en la vida cotidiana, en el corto o mediano plazo.

Como señalan algunos autores, "La «cadena de bloques» o blockchain vio la luz en 2008 con la publicación de un artículo donde se explicaba el protocolo que usa actualmente Bitcoin. Este nuevo concepto formaba parte de un sistema para procesar transacciones electrónicas de forma que no fuera necesaria una autoridad central o un sistema de fideicomiso."

En definitiva, es una tecnología que desde el año 2009, comienza a operar, de la mano del BITCOIN, la primera moneda digital en lanzarse al ecosistema de criptomonedas.

Se trata entonces de una de las llamadas Tecnologías de Registros Distribuidos o Distributed Ledger Technology (DLT). Una suerte de libro mayor contable muy grande, en el que se registran operaciones realizadas en muchas computadoras que cualquier persona puede ofrecer para poder participar de la red de bloques. De esta manera, se produce la descentralización y es distribuida porque es imposible quedarse fuera de esa red. No hay un único núcleo o computadora que actúe como una nave nodriza, sino que cada uno de los ordenadores que participan en la red, son una cabeza en sí mismo. O sea, a todas las computadoras que participan de la cadena de bloques, les llega la información de todas las transacciones y operaciones que en la red se llevan a cabo.

Como afirma Arzuaga (2018), se podría concluir un poco más técnicamente hablando, que se trata de una Base de Datos Pública y Distribuida, con un registro digitalizado y permanente, inviolable e inalterable, de las transacciones realizadas en la red. Esa base de datos distribuida y descentralizada no es controlada por una sola computadora o integrante de la cadena, sino que las operaciones son validadas y resguardadas por todos los nodos integrantes.

A su vez cada uno de los nodos mencionados, guarda copia de las mencionadas operaciones, las mismas son compartidas y visibles, pero imposibles de alterar por su modalidad de encriptado. Y esa es la clave de esta tecnología, presentada por Satoshi Nakamoto, allá por el año 2008, en su "The Cryptography Mailing List", sin dudas el protocolo de creación y funcionamiento de la primera moneda digital y descentralizada, cuyas operaciones se sostienen con la tecnología hasta aquí descripta, La BLOCKCHAIN.

Dado que el objetivo del trabajo está claramente definido, solamente se abordarán estos aspectos básicos y preliminares de la DLT más famosa, dado que se podrían abarcar varios capítulos realizando análisis sobre la misma y su evolución en el tiempo, hablando de sus características y futuras perspectivas de aplicación en la vida cotidiana, como por ejemplo la utilización de "contratos inteligentes" o smart contracts, a partir de la utilización de la BLOCKCHAIN 2.0, que dio sustento al nacimiento de la segunda moneda estrella, ETHEREUM, allá por 2015.

También cabe destacar que, a través de estas DLT, han surgido en el mercado innumerables "productos digitales", tales como los denominados TOKENS. Los hay de distintos tipos y entre sus características más salientes están los TOKEN FUNGIBLES y los TOKEN NO FUNGIBLES. En los últimos tiempos se ha asistido a la aparición de algunos famosos que han tenido fuertes repercusiones. Pero, aunque estos activos también requieren de validaciones o aceptaciones de determinadas cadenas descentralizadas, el objetivo de este trabajo se focaliza en otros aspectos del ecosistema de la criptografía.

Se asume, entonces, el compromiso para futuras investigaciones ampliatorias de esta temática tan interesante y disruptiva.

2. Entendiendo la dinámica del Bitcoin (BTC)

De la misma manera que con la BlockChain, se analizarán los aspectos salientes y fundamentales, para poder comprender el funcionamiento de la primera moneda digital descentralizada, y que mayor “market cap” posee (aproximadamente 890 mil millones de dólares). Se hace referencia al BITCOIN y, por su intermedio, se trata de representar a la mayoría de las monedas digitales o cripto activos. Aunque, no todas son exactamente iguales, pero es la más representativa del ecosistema criptomonedas. En la actualidad, existen alrededor de 8.000 monedas digitales con diversas características, pero un mismo fundamento. La descentralización. Sin límites para su uso y sin autorizaciones para hacerlo.

Es la primera moneda absolutamente descentralizada, abierta y desregulada, que se destina para realizar transacciones persona a persona (peer to peer). Al tratarse de una moneda desregulada, o sea que no hay ningún ente que regule las mismas en el medio de esas transacciones, se hizo necesario establecer una estructura que verifique y valide que tales operaciones se han llevado a cabo y no se ha generado ningún doble pago, se trata de las validaciones que se generan en la famosa cadenas de bloques como la blockchain.

Como se apuntó más arriba, existe un protocolo (Satoshi Nakamoto, 2018), sobre el nacimiento del BITCOIN, sus formas de adquisición, las modalidades de validación de las operaciones, como así también el número finito de creación del mismo (21 millones de bitcoin) y la determinación del año en el que no se podrán generar más monedas; año 2140. En la actualidad existen en el mercado 18,8 millones de unidades BTC.

Se está en condiciones de afirmar que estas monedas digitales tienen las mismas propiedades que el dinero “fiat” o de curso legal de un país, a saber:

- ESCASO. No ilimitado, tal como lo es el dinero de cualquier país ya que, como ya se detalló, el bitcoin tendrá su límite en 21 millones de unidades en el año 2140.
- DURABLE. El dinero digital es irrompible.
- DIVISIBLE. El bitcoin, de acuerdo al protocolo, puede dividirse en fracciones de menor valor. Hasta 8 decimales, o sea, 100 millones partes (equivalente a 1 satoshi).
- FUNGIBLE. Intercambiable por otros bitcoins, al ser digital, no genera inconvenientes y además pueden adquirirse bienes.
- PORTABLE. No hace falta llevarlo encima, puede ser transferido digitalmente y para eso existe esta gran cadena de bloques

Dado su exponencial crecimiento, desde su creación hasta la fecha, estas monedas y en particular el BTC, han recibido fuertes críticas por parte de sus detractores, pero a su vez, se levantan fuertes voces de los llamados evangelizadores.

Es muy común encontrar, en diversas publicaciones especializadas, que se trata de una tecnología muy insegura y fácilmente hakeable. Aunque nunca lo fueron, a pesar de muchísimos intentos por lograrlo. Se le critica, además, que se adquieren o comercializan a partir de fondos provenientes de actos criminales provenientes del lavado de dinero por actividades ilícitas con drogas y armamento. Además, al abrir una billetera virtual (denominadas "wallet") se deben cumplimentar varias exigencias y medidas internacionales anti-lavado de dinero. Pero, las operaciones realizadas, si bien son descentralizadas, son absolutamente trackeables en la cadena de bloques. Otros importantes formadores de opinión, las posicionan como una gran burbuja especulativa, presagiando su debacle, debido a su número finito de emisión. La volatilidad de estas inversiones, es su debilidad, debido a que aún los mercados son muy sensibles a determinados influenciadores y sus mensajes en el mundo de la economía real (por ejemplo, Elon Musk). Y la más contundente de las miradas negativas es que aún no es de curso legal en la mayoría de los países. Pues bien, El Salvador ya ha comenzado a utilizar estas monedas como dinero "fiat" o legal. Muchos bancos centrales de las potencias mundiales ya están elaborando monedas digitales, con algún anclaje más fuerte que el BTC, llamadas "stable coins", o sea monedas estables y en formato digital.

2.1. ¿En qué consiste el "proceso de validación"?

Ya se dicho en la presente propuesta, que no se está desarrollando en profundidad un estudio de las monedas digitales, ni a las DLT, sino que el foco está concentrado en cuestiones ligadas a la experiencia en temáticas de Costos y de Gestión, como es la determinación de los mismos en determinados procesos y, además, del gran impacto en los consumos energéticos absolutamente necesarios en este tipo de inversiones y su impacto medio ambiental, temas éstos que se desarrollarán más adelante. Por ello, se abordarán, en los próximos párrafos, los procesos a través de los cuales se adquieren este tipo de monedas, en este caso el BTC.

Esta moneda se adquiere a través de "exchanges" o intermediarios especializados, que se dedican a realizar transacciones a diario de estas inversiones digitales. Y el otro formato de adquisición de las mismas, es por proceso de "validación" o "minería".

Las operaciones de BTC, que se realizan a través de la Blockchain, se registran en bloques y, de acuerdo con el protocolo de BTC, cada 10 minutos (1.000 operaciones, aproximadamente 7 por segundo), las mencionadas operaciones deben ser validadas por los nodos que existen en la cadena de bloques conformada.

Esa validación es realizada por el nodo o participante que logre descifrar un código que emite la propia cadena, que se denomina SHA256, debido a que está compuesto por esa cantidad de bytes. Pero, la metodología de búsqueda del mencionado código es a través de la "fuerza bruta", ensayo y error, por lo que para poder ser competitivos -en esta carrera de descubrir los candados de cierre de las operaciones de cada bloque- los validadores (comúnmente llamados "mineros"), deben poseer unas poderosas baterías de ordenado-

res y buscadores con altísima capacidad de procesamiento de datos. El hashrate⁴ que tienen los mineros es asombroso, lo cual supone una alta inversión en hardware específico y de altísima tecnología.

Ahora, si bien se ampliará en los próximos puntos, también es obvio que tanto esfuerzo de búsqueda e inversión, no son gratuitos. El nodo que consiga descifrar -en primer término- el código en cuestión, será recompensado en BTC, otorgándole en la actualidad 6,25 unidades de esta moneda. Cabe aclarar que, también por protocolo, cada 4 años, se produce una reducción en el otorgamiento de estas recompensas, denominado "halving", el cual finalizará en el año 2140, como se muestra en la Tabla 1.

Halving programado

Tabla 1. Secuencia del halving de bitcoins

Evento	Fecha	Número de bloque	Recompensa por bloque	Total de bitcoins nuevos entre eventos
Lanzamiento Bitcoin	3/1/2009	0 (génesis)	50 nuevos BTC	10,500,000 BTC
Primer halving	20/11/2012	210.000	25nuevos BTC	5,250,000 BTC
Segundo halving	9/7/2016	420.200	12,5 nuevos BTC	2,625,000 BTC
Tercer halving	11/5/2020	630.000	6,25 nuevos BTC	1,312,500 BTC
Cuarto halving	año 2024	840.000	3,125 nuevos BTC	656,250 BTC
Quinto halving	año 2008	1.050.000	1,5625 nuevos BTC	328,125 BTC

Fuente: elaboración propia.

Esto implica una recompensa muy tentadora, ya que todos los días (el mining opera los 365 días del año y las 24 hs de cada día) se pone a disposición de los "mineros" la oportunidad de adquirir cantidades más que interesantes de BTC, cuyas cotizaciones a la fecha, en dólares, hacen mucho más tentador el esfuerzo.

Una vez definido y ubicado ese código, se sella el bloque con la cantidad de operaciones o transacciones realizadas, con un código denominado HASH, y el mismo será el primer código digital que debe poseer el próximo bloque de operaciones siguiente al que se acaba de validar. Se imprime un HASH lo cual hace inviolable las operaciones.

2.2. ¿Dónde se guardan las monedas digitales?

Como ya se mencionó anteriormente, las monedas adquiridas a través de los diversos "exchanges" que operan en el mercado, se pueden guardar en billeteras virtuales denominadas WALLET, en las cuales se dejan resguardados los códigos de acceso a cada

⁴ Hace mención al valor numérico dentro de cada criptomonedas que usa la Prueba de Trabajo (PoW).

moneda virtual. Pero, si la estrategia es operar permanentemente en el mercado de las criptomonedas, conviene mantenerlas en poder de una de estas casas de intercambio, lo que aumenta un poco el riesgo de hackeo con respecto a la billetera virtual. También, si se desea dejar la inversión en activos digitales inactivos por largo tiempo, existe la COLD STORAGE, que es bastante segura, y por último existen las “hardware wallet” que son unos dispositivos similares a un pen drive. Muy riesgosos de ser robados o de ser extraviados.

Lo expuesto hasta aquí puede servir de base para la comprensión de los objetivos centrales del presente trabajo, como son la determinación de costos en el minado de BTC y el impacto en el medioambiente que esas búsquedas generan. También es posible contestar el interrogante sobre el futuro de las monedas digitales como medios de pago o sólo como reserva de valor.

3. El *minning* y sus costos

El *minning* de criptomonedas se constituye en la acción de crear las monedas a cambio de ganarlas. Esta acción es desarrollada por personas individuales o asociadas a las cuales se denominará con el nombre de validadores. En el terreno práctico, a quienes se dedican al *minning* se los denomina “mineros”. A los efectos del presente trabajo serán considerados sinónimos. Los validadores, como recompensa de su accionar, reciben criptomonedas.

¿Qué hacen específicamente los que validan criptomonedas? Resuelven cálculos matemáticos en grandes cantidades y en función de la potencia que sus equipos tengan para poder validar mayor cantidad de cálculos en menor tiempo. Ellos ceden sus equipamientos a redes P2P para realizar los cálculos, para procesar transacciones y poder sellar bloques de la *blockchain*. Los ordenadores funcionan las 24 horas del día, conectados a internet y consumiendo energía en forma constante todo el tiempo.

En este apartado del trabajo, se intentará contestar preguntas tales como: ¿es rentable validar criptomonedas?, ¿qué variables se deben tener en cuenta a la hora de abordar su costo?, ¿dónde se ubica la actividad de “minería” dentro del proceso de realización de una operación con criptomonedas?, ¿qué equipamientos son necesarios?, ¿qué son los “pools de minería”, y ¿qué ventajas ofrecen a la hora de razonar los costos de este proceso?, entre otras. Todos éstos, cuestionamientos necesarios para entender el proceso y finalmente aproximar al lector a un costo de generación de una nueva criptomoneda y su impacto en la determinación del beneficio que esta actividad podría generar.

3.1. ¿Dónde se ubica la actividad de “minería” dentro del proceso de realización de una operación con criptomonedas?

Para poder responder a esta pregunta, será necesario simular un proceso de operación con alguna criptomoneda. En este caso, se supone que dos personas realizan una operación utilizando *bitcoins* (BTC) como medio de pago. Se expone a continuación los pasos de esta transacción:

- a. Flavia le compra un producto a Claudio utilizando BTC.
- b. Para poder realizar esta operación, tanto Flavia como Claudio tienen que tener su *wallet* (billetera digital) personal. Esta billetera se encuentra alojada como una aplicación en los teléfonos celulares de los usuarios, los cuales poseen una clave para compartir y una clave privada. La clave pública es la que tanto Flavia como Claudio pueden compartir, y es la que van a utilizar para realizar la operación. Es fácilmente transmisible a través de "QR".
- c. Entonces, Flavia desde su wallet habilita la operación con su clave privada y Claudio desde su wallet requiere la operación utilizando su clave para compartir.
- d. La transacción solicitada por Flavia es agrupada en un bloque de la blockchain junto a otras operaciones.
- e. El bloque es transmitido a todos los nodos de *mining* de la red BTC.
- f. La red de nodos validará la transacción utilizando algoritmos. Allí comienza el proceso de validación.
- g. El primer validador en resolver un nuevo bloque de la *blockchain* recibe una porción de la BTC creada, como recompensa.
- h. La transacción se completa con el nuevo bloque que se agrega a la blockchain. Este bloque es permanente y no puede modificarse.
- i. Claudio recibe sus BTC enviadas por Flavia en su *wallet*. A partir de ese momento puede hacer uso de sus BTC utilizando su clave privada.

A los efectos de entender los costos de validar y generar criptomonedas, el análisis se focalizará en los pasos f, g y h. Por otra parte, se hará necesario -en primera instancia- observar el proceso vinculado con alguna de las criptomonedas existentes. En este caso se utilizará la BTC. A renglón siguiente, y de manera de modelizar un proceso de validación, se ubicará en un clúster, en el cual, una persona individual presta un servicio de validación de bloque a un "pool" minero, el que tendrá algunas características técnicas, sobre las que se avanzará en los próximos puntos.

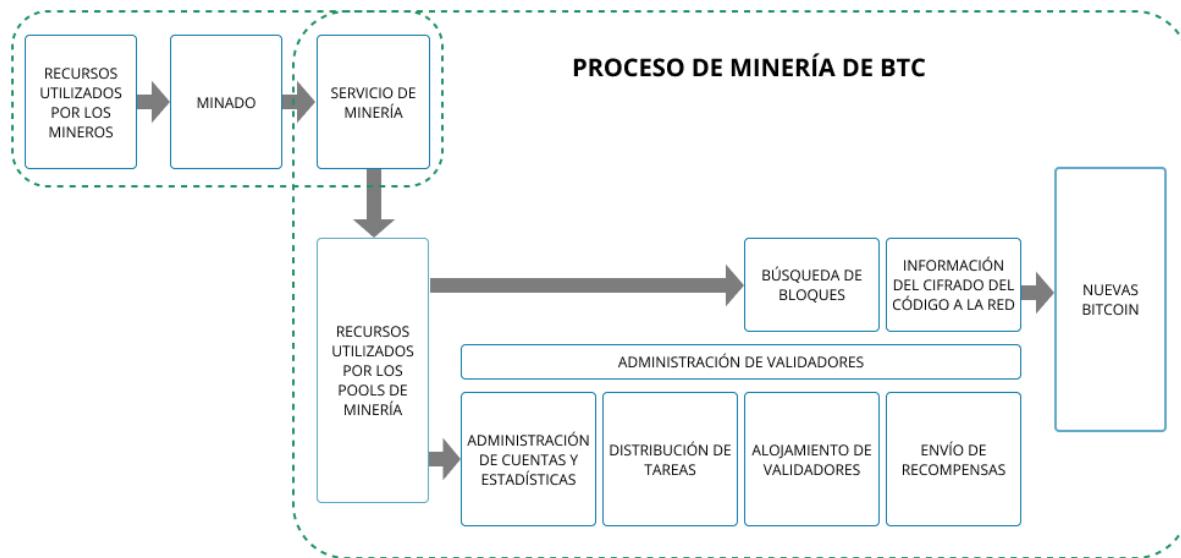
En el siguiente cuadro, se expone el modelo sobre el cual se trabajará en la investigación de los costos del proceso de validación de BTC.

3.2. Proceso de Minería de BTC

Para poder simplificar el caso de estudio, y facilitar la comprensión del mismo, se analizará el costo del servicio de minería que los validadores brindan a nivel individual, pero asociados a un pool. No se contemplarán los costos propios del pool, aunque en la figura 1 se pueden observar las actividades que consumen recursos y generan costos en estas

organizaciones. El servicio de minería que cada validador aporta al pool, es considerado un factor externo por parte del pool, y formará parte del costo de las nuevas bitcoins generadas.

Figura 1. Proceso de minería de BITCOIN



Fuente: elaboración propia.

3.3. ¿Qué variables se deben tener en cuenta a la hora de abordar su costo?

Antes que nada, el lector debería familiarizarse con los conceptos de múltiplos y submúltiplos del sistema internacional. Normalmente, es posible comprender de qué se trata un terabyte, un gigabyte y un megabyte. El kilobyte ya quedó en la historia. Para poder comprender las potencialidades y capacidades de resolución de validaciones en la blockchain, tenemos que hablar de "petabyte", "exabyte" y en algunos casos de "zetabyte". En el siguiente cuadro 2, se muestran los factores, prefijos y símbolos de estas unidades de medida.

Cuadro 2. Múltiplos y submúltiplos del Sistema Internacional.

Múltiplos y submúltiplos del Sistema Internacional					
Factor	Prefijo	Símbolo	Factor	Prefijo	Símbolo
10^{24}	yotta	Y	10^{-1}	deci	d
10^{21}	zeta	Z	10^{-2}	centi	c
10^{18}	exa	E	10^{-3}	mili	m
10^{15}	peta	P	10^{-6}	micro	μ
10^{12}	tera	T	10^{-9}	nano	n
10^9	giga	G	10^{-12}	pico	p
10^6	mega	M	10^{-15}	femto	f
10^3	kilo	k	10^{-18}	atto	a
10^2	hecto	h	10^{-21}	zepto	z
10^1	deca	da	10^{-24}	yocto	y

Fuente: elaboración propia.

Es importante prestar atención a los múltiplos del Sistema Internacional. Si bien en las consideraciones de diferentes criptomonedas se sitúan en el terreno de las gigabyte y terabyte; para el caso de la BTC habrá que familiarizarse con el exabyte y en el petabyte. La relación es la siguiente: 1 exabyte de potencia implica la capacidad de procesamiento de 10^{18} datos por segundo.

Entendiendo este lenguaje, se pueden abordar las variables a tener en cuenta para poder realizar las primeras consideraciones de costos de la minería de datos aplicadas a la BTC.

Entonces, ¿cuáles son estas variables a tener en cuenta en la previa de la aproximación a los costos de la minería de una BTC?

a. Hash: Es un término utilizado en el campo de la informática para describir una cadena de texto codificada. En la actualidad, existen varias funciones hash completamente útiles para distintas finalidades asociadas a la gestión de las blockchain. El SHA-256 es una de esas funciones pertenecientes a esta familia. Es un algoritmo que convierte cadenas de texto en un código de 64 caracteres. A modo de ejemplo: el texto: "hola mundo!" dará como resultado el siguiente hash SHA-256:

226d3bded5198fb5f2a79c3d72e704e5fe8e8524273c7d9bafa85077dc4ea7f6

La minería de BTC hace un uso intensivo de cálculo de hashes SHA-256. Cada vez que un nuevo bloque se genera en BTC, se necesita calcular un hash SHA-256. Para lograrlo la red BTC realiza cerca de 100 trillones de cálculos por segundo durante 10 minutos para conseguir el hash correcto.

b. Hash rate: Se trata de la tasa de hash. Es la unidad de medida de la potencia de procesamiento de las criptomonedas. Indica la cantidad de operaciones de cálculo que puede realizar un equipo, un pool de equipos o incluso todos los equipos volcados a la generación de BTC. Con esta tasa se mide el poder de potencia de minado con la que se cuenta para procesar datos y encontrar la solución a los problemas matemáticos que mantienen encriptadas a las criptomonedas. El hashrate tiene gran influencia en la seguridad y la sostenibilidad de la red BTC y presenta las siguientes variantes:

- Hash rate individual: permite medir la capacidad de una persona con su equipamiento para minar BTC.
- Hash rate global de la red BTC: es la sumatoria de la potencia de minado de todos los mineros que conforman la blockchain de BTC. En este cómputo se sumarán tanto los mineros individuales como los diferentes pools integrantes de la red BTC.
- El valor de la criptomoneda: es decir, el valor en moneda de curso legal, frecuentemente dólares norteamericanos, de una BTC. Este es un dato que impacta tanto en el cálculo de la rentabilidad como en los costos, ya que las comisiones tanto de las wallets como de los pools de minería, surgen de aplicar tasas sobre el valor en dólares de la BTC.
- La competencia del momento de cada criptomoneda: ya que esto puede hacer fluctuar la tasa de hash rate de cada una de ellas.
- Los ingresos estimados por cada 24 hs. de minería aplicada: esta información es suministrada minuto a minuto por los pools de minería a sus validadores, y se calculan en dólares que se obtienen por cada terabyte aplicado en 24 hs.

Vale señalar, que todas estas variables, pueden ser consultadas en páginas de los pools de minería, las cuales se actualizan de manera permanente. A modo de ejemplo se proporciona el link del “f2pool” el cual posee un hash rate promedio de 12EH/s: <https://www.f2pool.com>

3.4. Recursos utilizados por los mineros individuales para la obtención de recompensas en BTC

A los efectos de calcular el costo de minería, se mencionan a continuación los principales factores utilizados por los validadores individuales asociados a un “pool” de BTC.

a. Equipos e instalaciones: los bienes durables asociados a esta actividad son:

- > Hardware: en este caso se deberán computar tanto el costo de los equipos como el de las placas de video especiales necesarias para incrementar el hashrate individual. Se estima un recambio cada dos años de estas placas de video y procesadores, a los efectos de mantener potencialidad en los equipos.
 - > Equipos de aire acondicionado: necesarios para mantener equilibrada la temperatura ambiente.
- b. **Energía eléctrica:** su consumo dependerá de la región en que viva el validador, y la relación del consumo en horas pico y horas valle. Será necesario calcular un costo promedio del kW/h.
- c. **Servicios de internet y mantenimiento de equipos:** en estos casos se deberá contar con internet mínimo base de 100Mb. El mantenimiento de los equipos, generalmente, es realizado por los propios mineros, pero sería necesario valorizarlos.
- d. **Recursos humanos:** son las horas dedicadas al chequeo de la actividad de los equipos.
- e. **Comisiones:** tanto de los pools, los wallets, como así también de las transferencias realizadas entre cuentas.

3.5. Determinación del costo de minería de BTC. Mineros individuales

En función de lo expresado en los puntos 2 y 3, se estaría en condiciones de avanzar sobre el costo de la minería de BTC por la actividad practicada de manera individual. En primer lugar, será necesario conocer el pool minero al cual el individuo esté asociado. De allí podrá obtenerse la siguiente información de base. Cabe señalar que esta información fue tomada el 12 de septiembre de 2021, la cual debería actualizarse en forma semanal, o en forma diaria si se perciben fluctuaciones abruptas de los valores de la BTC.

Beneficio por Tera de Hashrate aportado:	0,3099 USD
Cantidad de validadores del pool:	185.000
Hash rate del pool:	20,07 EH/s
Valor de la BTC:	46.053 USD
Recompensa en el período:	6,25 BTC por bloque conseguido
Cierre de datos al:	12-09-2021

En función de estos datos se puede conseguir la recompensa diaria, medida en unidades de BTC, con la siguiente fórmula:

$$RC = \frac{\text{Beneficio por Tera de Hash}}{\text{Rate} * 1.000.000} * \frac{\text{Hash rate del pool}}{\text{Valor de la BTC}} \frac{}{\text{Q de validadores}}$$

El millón convierte el beneficio por Tera a Exahash por segundo, a los efectos de hacerlo compatible en unidades de medida con el Hashrate del pool.

Esto daría una recompensa diaria de 0,0006752755 BTC por equipo.

Con este dato, se puede calcular que se necesitan 1.480 días de operación de un validador para conseguir una unidad de BTC, es decir 4,05 años.

De esta manera, se puede comenzar a delinear los costos de cada uno de los recursos aplicados considerados, de la siguiente manera:

- Consumo de energía hardware: se estima un consumo diario de 10,56 kW/h a un costo promedio de 0,15 USD. El consumo total en 4,05 años sería de 15.638,06 kW/h. El costo total de la energía consumida por el hardware aproximado es de USD 2.345.
- Consumo de energía de aires acondicionados: se estima un consumo diario de 25 kW/h. El costo ascendería a USD 5.553 durante el ciclo.
- Agotamiento de potencialidad productiva del hardware. Se estima una vida útil de 2 años. De esta manera, se calcula un costo total promedio de USD 4.462, entendiendo que se deberán renovar una vez, para poder cubrir el tiempo de minería.
- Agotamiento de potencialidad productiva de equipos de aire acondicionado. Vida útil estimada de 2 años. Esto permite aproximarse a un costo total promedio de USD 649. De igual manera que en el caso del hardware, se deberá renovar el equipo en una oportunidad.
- Comisión del pool de minería. La misma oscila entre un 3,5 y un 5% en función del hashrate que ofrece el mismo. Se calcula en función de la posición de máxima aplicado al valor de la BTC en USD al día de cierre de datos. Costo del ciclo USD 2.302.
- Costos de servicios de internet: se hace necesario contar con al menos dos abonos mensuales a un costo de 30 USD cada uno, para un servicio de 100Gb de base. El costo del ciclo ascendería a USD 2.921.
- Comisión por servicios de wallet y transferencias: se estiman en un 2% del valor de la BTC. Ascendería a 921,06 USD por cada ciclo de generación de una BTC.

- Horas de recurso humano aplicadas. Se estima en 3 HRH por día. Considerando el total de días del ciclo de generación de una BTC, nos aproxima a un costo de USD 4.442.

Por otra parte se deberá considerar en el caso de la generación de BTC el tema del fenómeno halving. El 11 de mayo de 2020, la recompensa para los validadores de BTC se redujo a 6,25 por BTC por bloque, lo que representó una disminución del 50%. Este es un fenómeno que se repite cada 4 o 5 años, luego que 210.000 bloques sean minados. Esto significa que, aproximadamente en el mes de mayo de 2025 la recompensa se disminuiría a 3,125 BTC por bloque. En nuestra técnica para la realización del cálculo del costo de generación de una BTC, hemos considerado la obtención de un costo base sin tener en cuenta el fenómeno de halving y otro considerando tal situación.

Costo de generación de BTC sin <i>halving</i> es de	USD 23.598
Costo de generación de BTC con <i>halving</i>	USD 26.481

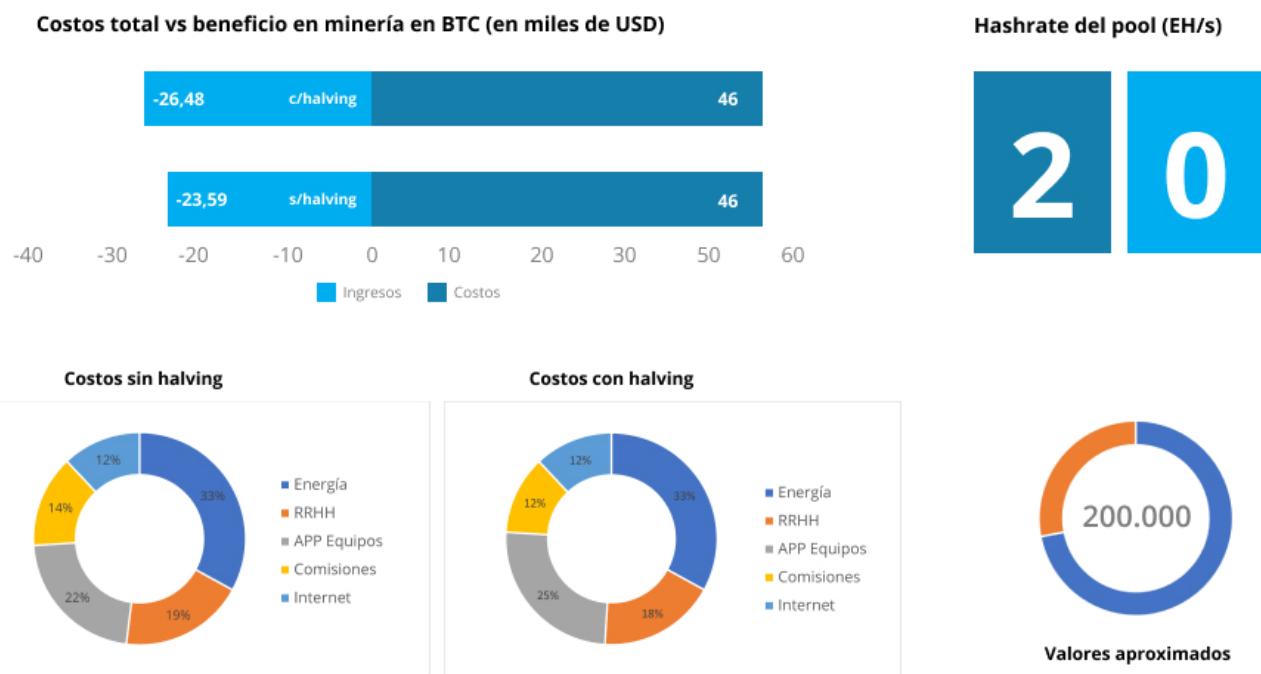
Cabe aclarar que la última suba de la BTC, hizo que el período de *halving* coincida en 1.335 días, lo que implicaría un sobrecosto de 70 días solamente. Esta es una variable que puede modificar su impacto, en función de la combinación de los términos de la ecuación de la cual resulta la recompensa diaria en unidades de BTC, la cual fue expresada al comienzo de este apartado.

En la siguiente ilustración, se muestran las estructuras de costos de generación de la BTC, teniendo en cuenta el escenario con *halving* y sin *halving*. Se fundamenta la presentación de ambos modelos de cálculo, en que en muchas ocasiones, las oscilaciones entre las variables que se han considerado, acercan la cantidad de días al *halving* a un valor poco considerable.

En cualquiera de los escenarios proyectados, se puede observar con claridad la importancia porcentual de los costos vinculados con el consumo energético. Esta información abre el camino para el análisis final en el presente trabajo, sobre la sustentabilidad del fenómeno y su impacto medioambiental y social.

Costo total vs beneficio en minería de BTC (en miles de U\$S)

Figura 2. Caso de análisis de costos e ingresos en validadores de BTC



Fuente: elaboración propia.

4. El impacto ambiental del principal costo de minado

El esquema de validación dominante en la minería de criptomonedas está basado en la filosofía que lo sustenta. La descentralización de la validación es el factor clave en la democratización y accesibilidad abierta de los participantes, en este proceso continuo.

Es por este motivo, que no sólo se opera de manera descentralizada, sino también compitiendo por el mismo objetivo de validación de cada uno de los bloques. Esta competencia implica destinar simultáneamente factores para esa validación, sobre la cual uno solo será quien logre el objetivo para ese bloque. La aplicación de los restantes recursos es claramente un desperdicio del proceso conjunto de validación. Y, hasta el momento, no existen alternativas viables para aprovecharlo.

Téngase en cuenta que, para tomar una dimensión de la escala del problema energético, en el año 2020 se consumió una cantidad de energía para la minería de criptomonedas,

equivalente al consumo anual de energía por parte de la República Argentina. Y en el ranking mundial del año 2020, Argentina ocupó el lugar N° 25 en consumo energético.

Tal como se expuso en el punto anterior, el factor “energía” es el más significativo en la ecuación productiva del proceso de validación de las criptomonedas. Más allá de todas las soluciones para reducir el consumo de kilovatios en los equipos de minado, el componente monetario depende de variables externas y está condicionado por decisiones de política energética nacionales. De todos modos, el consumo de energía también está asociado al acondicionamiento de la temperatura, donde se encuentran instalados y en funcionamiento los equipos de validación. Es así, que no sólo los equipos generan un aumento de la temperatura ambiente, sino que también las temperaturas de la locación en la que se encuentran inciden desde el exterior de ese espacio físico.

Es por ello, que los equipos se instalan en países con bajos registros de temperatura durante el año y con bajos precios de la energía, tanto doméstica como comercial.

Figura 3. Cuadro comparativo de precios de la energía por grupos de países representativos.

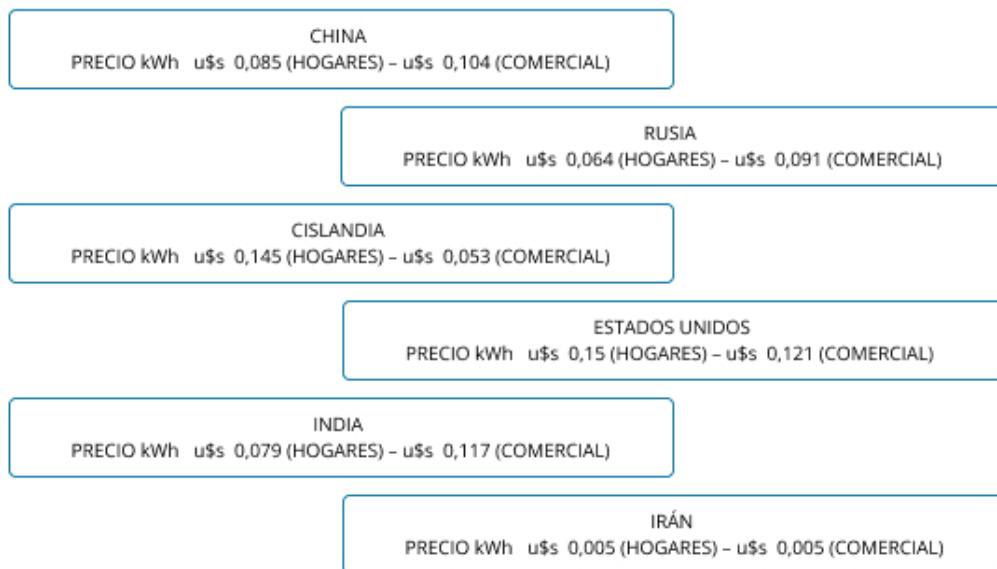
Precios de la energía no renovable



Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la ilustración anterior, el rango promedio de precios es menor cuando la contratación es comercial, respecto a las tarifas domésticas. Este dato promedio, esconde situaciones en las que ocurre exactamente lo contrario (p.ej., China, Rusia, India), tal como se observa en la figura 4.

Figura 4. Rango de precios en países con mayor cantidad de equipos de validación.



Fuente: elaboración propia.

Téngase en cuenta que -por el régimen de temperatura-, China, Rusia, Estados Unidos e Islandia son países elegidos por quienes instalan granjas para la validación de bloques. Además, aprovechando los bajos precios de contratación de la energía y -en los casos de China, Rusia e India, ocultándose debajo del consumo doméstico, cuando deberían contratar con tarifas comerciales. Y, en el caso de Islandia, la atractividad resulta de una tarifa subsidiada para el consumo comercial.

Es importante considerar que los movimientos de localización de las granjas de equipos para validación, responden a vectores de interés comunes, generando movimientos de masas. Esto ya está provocando desequilibrios tales como países que prohíben la localización de equipos en algunas de sus provincias (Rep. Popular China) al estar afectando la matriz de consumo de energía; o el caso de países que descubren -por accidente- granjas con equipamiento a partir del nivel de emanación de calor, detectado satelitalmente en búsqueda de cultivos para la producción de estupefacientes (Reino Unido).

De todos modos, estamos en presencia de un impacto energético sumamente crítico para el planeta y sus habitantes. Los números son contundentes al respecto, según puede extraerse de reportes del National Geographic:

- Para el año 2021, se estima que la huella de carbono del proceso de validación de bloques, será de 136 TWh (teravatios hora). Este número es equivalente al consumo anual de energía por todo un país como Suecia.
- Para el año 2024, se estima que la República Popular China alcanzará un máximo de consumo de energía anual de 297 TWh. Este número implica una huella de 130 millones de toneladas métricas de emisiones de carbono, que equivale al total de la huella de países como Italia y República Checa.

Ante semejante impacto, una solución puede provenir de reemplazar las fuentes de energía no renovable, por renovables. En especial, atendiendo al impacto proyectado que tal actividad de validación tendrá en los próximos años. Si ésta fuera la solución, los gobernantes y las compañías proveedoras de energía renovable tienen mucha tarea que realizar.

Por un lado, los precios de la energía renovable en el 2021 se encuentran en un rango promedio de USD 0,18 / kwh. O sea, un 30% por encima del promedio de la energía no renovable. Si bien el rango de precios “en valle” (consumo en horarios de baja demanda) es de USD 0,119 / kwh, es fundamental tener en cuenta que los equipos de validación deben estar en funcionamiento, para ser productivos, durante las 24 horas del día, los 365 días del año. En este caso, un dato importante es que el precio “en punta” (consumo en horarios pico) es de USD 0,197 / kwh. Con estos precios, la ecuación económica del costo de validación se incrementará sustancialmente, en el ítem de costos más sensible y más significativo.

Por otro lado, los países no han avanzado (ni piensan hacerlo en el corto plazo) en la migración paulatina a energías no renovables, dentro del planeamiento y optimización de su matriz energética nacional. En la figura 5 se puede observar que, a nivel mundial, la proporción generación con fuentes renovables sobre el total de la matriz energética es sólo del 19,3%, mientras que en países como Estados Unidos y Rusia (con alto nivel de instalación de granjas de validación) la proporción es del 17% y del 5% respectivamente.⁵

⁵ Según información publicada en <https://irena.org>

Figura 5. Proporción de generación de energía con fuentes renovables.

Precios de la energía no renovable



Fuente: IRENA (Agencia Internacional de Energías Renovables).

Los números actuales no son alentadores, pero tampoco lo son las proyecciones de transformación en cada uno de los países. Para dar un ejemplo, la Comunidad Económica Europea (hoy en 19,7%) tiene proyectado un proceso de sustitución para el año 2030, que elevará esta proporción a un 32%. Seguirá siendo insuficiente para el proceso que viene por delante.

Es cierto también que, quienes defienden la migración paulatina hacia las criptomonedas como medio de pago, sostienen que el impacto energético será ínfimo, habida cuenta que el sistema financiero y bancario tradicional también consume energía. Sólo se trataría de una migración de demanda y no de un aumento de la cantidad de kwh consumidos. Es una incógnita. No desde el punto de vista técnico, sino en cuanto a cómo será el proceso de sustitución de demanda y qué ritmo tendrá.

Por lo pronto, se dispone de dos datos contundentes que acompañan a la huella de carbono del proceso de validación de bloques, equivalente a 136 TWh:

- En el año 2020, el sistema financiero internacional generó una huella de carbono equivalente a 2.500 TWh. O sea, 18 veces más que la validación digital.
- En promedio, la extracción de oro genera mundialmente una huella de carbono de 400 TWh.

Son números contundentes también. De todos modos, la clave está en comprender el ritmo de sustitución de los medios de pago tradicionales y los patrones de emisión monetaria de los países, por medios de pago digitales. Este análisis se encará en el próximo punto.

4.1. Las criptomonedas, ¿se convertirán en un medio masivo de pago?

El primer factor a tener en cuenta es que el volumen de transacciones con criptomonedas es uno de los componentes claves a validar por los denominados “mineros digitales”. Pero, un segundo factor está fundado en la expansión de las NFT (Non-Fungible Tokens), que también requieren la validación digital.

Claramente, el volumen transaccional es el combustible que alimenta y le da sentido práctico a la existencia de validadores (llamados coloquialmente “mineros”). La cuestión es si este volumen es suficiente para sostener, en el tiempo, semejante inversión en equipos de validación de operaciones y costos de consumo de energía.

Si sólo se contempla las 2.000 transacciones que VISA, como el principal operador de pagos en el Mundo, procesa por segundo y se compara con las que -actualmente- se validan usando como medio de pago las criptomonedas (7 transacciones por segundo con Bitcoin y 20 transacciones por segundo con Ethereum), es posible comprender el potencial de crecimiento que estas últimas tendrán por efecto de la sustitución progresiva.

Es más, las proyecciones de crecimiento de portales de “marketplace”, en cuanto a la progresiva aceptación de criptomonedas como medio de pago, son contundentes y sólo considerando a plataformas como “Shopee”, “Amazon”, “Alibabá” y “Mercado Libre”.

De todos modos, es importante destacar las variables no controlables que afectan la incorporación de las criptomonedas como medio de pago, con la finalidad de interpretar su comportamiento actual y tomarlas como un parámetro para monitorear en el futuro. A continuación se detallan las principales:

- **Volumen de transacciones:** Las proyecciones indican que la sustitución de medios de pago tradicionales es progresiva y violenta, así como también la evolución del grado de bancarización de la sociedad a partir del aislamiento sanitario por la aparición del COVID-19.
- **Sustitución paulatina como moneda de curso legal en países con una moneda débil:** Es una decisión de política económica de alto riesgo y que neutraliza una de las principales acciones de política monetaria de un gobierno. Al momento de la preparación del presente trabajo, países como Venezuela han incorporado la idea

de desarrollar la criptomoneda denominada “Reserve” que fue creada en el año 2019.⁶ ⁷

- **Aparición de nuevos medios digitales de pago en competencia:** La digitalización de las operaciones comerciales, la progresiva bancarización de la sociedad y la paulatina accesibilidad a las plataformas de compra-venta digitales, ampliará el espectro para la aparición de nuevas formas de pago. La competencia vendrá por los atributos de accesibilidad, practicidad, precios, aceptabilidad y sentido de pertenencia. Es más, a la fecha de esta producción, la cantidad de criptomonedas diferentes en el mundo es de 4.000, un número desproporcionado para la cantidad de medios de pago vigentes.
- **Boicot de las empresas del Sistema B y el desarrollo de la Economía Circular:** En la medida que no se avance en la sustitución de fuentes no renovables por las que sí lo son, las organizaciones se opondrán a la utilización y promoción de las criptomonedas como medio de pago. Ya sea por estar en procesos de implantación de avances en la gestión basada en la Economía Circular, o por el impacto que tendría en la cotización de sus acciones en los mercados financieros, las empresas serán muy cuidadosas en la aceptación de estas nuevas monedas.
- **Volatilidad en la cotización de las criptomonedas que atenta contra su adopción pública:** Toda moneda analógica o digital tendrá mayor adhesión en su utilización, en tanto y en cuanto, no pierda su poder cancelatorio por falta de métricas de referencia respecto del valor de los bienes y servicios que se adquieren. Hasta el momento, a excepción de las “stablecoins”, las criptomonedas conviven con ciclos de alta volatilidad e inestabilidad en sus valores de cotización.⁸
- **Oposición de los Gobiernos al principio de descentralización para la emisión monetaria:** Las criptomonedas basan su existencia en esta descentralización y democratización de la emisión de monedas, en contra del poder centralizado de los Bancos Centrales de los países en este sentido. Esta confrontación de índole filosófi-

⁶ Reserve es una “stablecoin” atada al dólar, siguiendo su comportamiento y permitiendo -a partir de una aplicación desarrollada por Pay Pal- realizar pagos digitales, incluso, en pequeñas compras y consumos. Funciona a partir de la unión de dos tokens: Reserve (RSV) y Reserve Rights (RSR), siendo este último un token atado a una canasta de criptomonedas para buscar la estabilidad de la RSV a partir de operaciones de compra y venta en función de si el valor de la RSV se encuentra levemente por encima o por debajo de un dólar. (Fuente: www.infobae.com, 11/8/2021).

⁷ Téngase en cuenta que la Asamblea Legislativa de El Salvador aprobó en el mes de junio/2021 la Ley Bitcoin, que permite el curso legal del Bitcoin paralelamente con el dólar estadounidense, convirtiéndose en el primer país del mundo en reconocer este cripto activo como una moneda legal de intercambio comercial. (Fuente: www.infobae.com 10/06/2021).

⁸ Con diferencia de pocas horas, los mercados difundieron el optimismo por la recuperación de la cotización del Bitcoin, luego de haber trascendido informes de analistas del mercado proyectando una caída aún más crítica en las siguientes semanas. (Fuente: www.ambito.com en sus publicaciones del 25 y 26 de julio de 2021).

ca será un conflicto permanente con los Gobiernos, al afectar una de las herramientas claves de la política monetaria.^{9 10 11}

- **El negocio informal internacional opera en dólares estadounidenses:** Un tema aún no resuelto es la existencia de economía informal y su expresión monetaria no ha incorporado aún la posibilidad de operar con criptomonedas.

Estas siete variables deberían constituirse como indicadores que pongan en evidencia, a partir de sus métricas, el grado de avance de las criptomonedas (tokens fungibles) como medios de pago cancelatorios de obligaciones, dentro del marco del derecho comercial en los países donde se le arroge este poder.

Es indudable que no se puede asegurar cuándo ocurrirá, pero sí que lo hará en el futuro, a partir del comportamiento y la adopción de estas prácticas por parte de los consumidores, las organizaciones privadas y públicas, los gobiernos y sus instituciones monetarias, como así también los legisladores en cada país.

A continuación, se analizará si las criptomonedas podrán llegar a constituirse en un mecanismo de “reserva de valor” tal como los activos financieros en la actualidad.

4.2. ¿Las criptomonedas como instrumentos de reserva de valor?

Adicionalmente a la perspectiva de las criptomonedas como medio de pago, el comportamiento de los grupos de interés desató su identificación como un instrumento de reserva de valor en el mercado de los activos financieros. ¿Es algo coyuntural o se consolidarán como una opción más en el mercado financiero?

Es importante resaltar que los NFT (tokens no fungibles) justifican su existencia a partir del reconocimiento de valor detrás de ellos. En este caso, no se trata de una valoración financiera, sino cualitativa, emocional e intangible.¹² Es por esto, que no serán considerados estos tokens, sino sólo aquéllos que impliquen una expectativa de valoración financiera por los participantes de los mercados que operan con instrumentos financieros y monetarios.

9 En el mes de julio de 2021 el Gobierno de Malasia destruyó un total de 1.609 unidades de equipos de minería de criptomonedas, que fueron incautados entre los meses de febrero y abril de 2021, en la Localidad de Miri. El valor equivalente de los equipos se estimó en USD 1.250.000.- (Fuente: www.lanacion.com.ar del 18/07/2021).

10 El Banco Popular de China (PBOC) anunció el pedido de cierre de una empresa sospechada de brindar servicios de software para transacciones de moneda virtual y reiteró su postura anti-criptográfica, advirtiendo a las instituciones contra la prestación de servicios a empresas relacionadas con las criptomonedas. (Fuente: www.ambito.com del 7/7/2021)

11 En octubre de 2020 Rusia publicó un documento de consulta sobre el “rublo digital” que tendría exactamente el mismo valor del rublo de papel, constituyéndose en una “govcoin”, estimándose que las pruebas podrían comenzar en el año 2022. (Fuente: www.infobae.com del 6/6/2021).

12 Se ha informado que Lionel Messi estará lanzando al mercado su propia colección de tokens gracias al diseñador digital “BossLogic” (Fuente: es.besoccer.com).

Así como fueron analizadas las variables que condicionan la viabilidad como medio de pago de las criptomonedas, se detallarán aquéllas que deberían ser monitoreadas, a los fines de responder a las dudas respecto de su capacidad de reservar valor como instrumento financiero.

En este caso, las variables que se consideran claves son las siguientes:

- **Comportamiento de los fondos de inversión internacionales:** Hasta el momento, el valor de las criptomonedas registra un incremento abrupto, cuando son incorporadas dentro de su cartera de activos financieros por los fondos de inversión internacionales.
- **Nivel de competitividad de otros activos físicos como reserva de valor:** En varios países del sudeste asiático y en la República Popular China con mayor énfasis, las inversiones en activos financieros -por parte del consumidor promedio- son desplazadas por inversiones en activos físicos (vinos y whiskies de calidad premium) con una expectativa de reserva de valor más conservadora, al tratarse en muchos casos de la única capacidad de ahorro de esas familias.
- **Nivel de competitividad de otros activos financieros de alta volatilidad:** En los mercados financieros internacionales existen instrumentos con un alto nivel de dispersión en sus cotizaciones, tanto por tratarse de bonos públicos emitidos por países emergentes, acciones de compañías en la vanguardia tecnológica y con altos riesgos de pérdidas extraordinarias por disruptpciones en sus productos, bonos vinculados al comportamiento de monedas con alteraciones bruscas en sus cotizaciones y otros tantos instrumentos financieros. Si las criptomonedas ocuparan este segmento de alta volatilidad, tendrán que competir por un espacio basadas en el principio que dice "en el largo plazo financiero la volatilidad es sólo un dato" y el horizonte tolerable para ellas no está claro que pueda soportar el largo plazo.
- **Movimientos en la tasa de interés de la Reserva Federal en Estados Unidos:** Históricamente, la incidencia de esta tasa de interés es muy alta en los mercados financieros, al atraer o distraer a los fondos de inversión en sus decisiones financieras de mayor o menor riesgo. Es una referencia clásica en los análisis de agencias de inversión y consultoría en finanzas, inclusive, para la fijación de precios de suscripción de bonos públicos por parte de los países al captar financiamiento internacional en su política económica.
- **Nivel de recuperación de la cotización de las criptomonedas luego de una caída pronunciada:** Este es un factor importante al delinejar una tendencia que, en el futuro, puede condicionar la observación y proyección de los escenarios posteriores a las posibles caídas en la valuación de las criptomonedas. Los antecedentes operan

a favor de una presunción de recuperación en todos los casos observados hasta el momento.¹³

- **Posibles respuestas de participantes dominantes en el mercado transaccional financiero:** Un jugador como VISA, líder en medios de pago en términos de volumen, está reaccionando a partir de la adquisición de desarrollos digitales de pagos, la incorporación de criptomonedas como medios alternativos de pagos de sus transacciones y la generación de nuevos mecanismos propios ofrecidos a los titulares de sus tarjetas de crédito. Estos movimientos son de una alta incidencia en el mercado financiero y condicionan la cantidad de variantes alternativas de pagos analógicos y digitales en el mundo.
- **Comportamiento de la apreciación o depreciación del oro y el dólar estadounidense:** Estos dos patrones monetarios y financieros condicionan, permanentemente, la valuación de otros activos monetarios. Es más, en períodos de alta inestabilidad política y económica, se constituyen en la mejor alternativa de reserva de valor en el mercado financiero.
- **Vulnerabilidad de los servidores de las plataformas que operan con criptomonedas:** Los inversores en activos financieros requieren de garantías sobre la seguridad y validez de los mismos, basando sus elecciones en atributos de confianza, respaldo ante contingencias y bases legales para el reclamo posterior. Este es un factor muy endeble, hasta el momento, para las inversiones en criptomonedas y es muy factible que, para responder a esos atributos, los operadores deban encarecer sus comisiones comerciales.^{14 15 16}

Estas variables no son concluyentes para asegurar que las criptomonedas son un instrumento financiero de reserva de valor, su alta volatilidad las ubica dentro de las inversiones de alto riesgo. Normalmente, activos con estas características son incorporados en fondos de inversión, para balancear los riesgos y mejorar la rentabilidad. De todos modos, lo más importante es monitorear las ocho variables detalladas, para entender si

13 En el mes de junio de 2021 el bitcoin cayó a un mínimo de 32.800 dólares, luego de haber alcanzado un máximo de 62.000 dólares por unidad, y los representantes de Bitex, Ripio, Buenbit, Belo, Paxful y la ONG Bitcoin Argentina, plantearon los factores de recuperación del precio en los siguientes meses, hecho verificado finalmente en la tercera semana del mes de agosto. (Fuente: www.infobae.com del 22/06/2021).

14 En el mes de agosto de 2021, la criptomoneda N° 18 en el mundo, Poly Network, sufrió una pérdida de más de 600 millones de dólares a partir del accionar de un grupo de hackers. Una empresa dedicada a inteligencia de criptomonedas (Cipher Trace) detalló el incremento de fraudes que, en siete meses del 2021, superó a los del año 2020. (Fuente: www.infobae.com del 11/08/2021)

15 En Colombia y Uruguay han sido presentados proyectos de ley para regular el mercado de las criptomonedas, implicando una mayor intervención del Estado en el mercado de comercialización y la minería de activos digitales. (Fuente: www.infobae.com del 4/08/2021)

16 En el mes de junio de 2021 murió en un accidente Mircea Popescu, un multimillonario en bitcoins con una fortuna estimada de dos mil millones de dólares, y sin quedar persona alguna con acceso a sus cuentas de activos digitales.

es posible que sean consideradas “reserva de valor financiero”, más allá del universo que se abre a partir de los NFT y su valor espiritual, emocional e intangible.

5. Conclusiones

Los cambios en los mercados, que provocaron -en parte- la aparición de las monedas digitales y de las tecnologías en las que basa su desarrollo, es la punta de un iceberg que aún revelará muchas sorpresas al ecosistema financiero en general.

Es una gran evolución del dinero, que llegó para quedarse, aunque algunos detractores le auguran un efecto burbuja y una caída estrepitosa en su apreciación de valor.

Por otro lado, siguiendo las palabras de algunos evangelizadores, se puede afirmar que “es un esquema, para hacerse libres, y no para hacerse ricos...libres de gobiernos nacionales devaluando las monedas” (Andreas Antonopoulos 2017)

Desde el año 2008 a la fecha, el crecimiento y evolución de las monedas y las tecnologías de base, se tradujo en escalada exponencial y están poniendo en alcance al “market cap” del anquilosado “patrón oro”. Sin dudas tal despegue y las características propias de las formas de validación de operaciones y del uso descentralizado de este tipo de tecnología, lleva a suponer -como se ha mencionado ya- que hay dimensiones y variables económicas que se ven afectadas muy significativamente, como la matriz energética de los países, la dimensión real de la base monetaria, la alteración en el nivel de consumo según los medios de pago, la competencia de nuevos activos financieros como alternativas de inversión, la estabilidad de la moneda de curso legal y la referencia al patrón de moneda mundial.

Se han presentado todos los parámetros para el cálculo del costo operativo del proceso de validación o “minado” de criptomonedas, que permite tener herramientas concretas para evaluar las variables no controlables que pueden alterarlo, y teniendo en cuenta que el valor de mercado seguirá expuesto a una alta e incontrolable volatilidad día tras día.

Referencias bibliográficas

- AFP. (10/06/2021). El Salvador aprobó el bitcoin como moneda de curso legal en el país. *Infobae*.
- Antonopoulos, A. (2017). *Mastering Bitcoin*. London: UK Editorial O'Reilly Media
- Arzuaga G. (2018). *Criptomonedas*. Buenos Aires: Editorial CONECTA.
- Boggiano, M. (26/07/2021). Bitcoin cerca de un posible derrumbe. *Ámbito Financiero*.
- Del Pino, E. (22/06/2021). ¿Qué pasa con el bitcoin?: los motivos del derrumbe y qué ocurrirá con el precio, según seis expertos del negocio cripto en Argentina. *Infobae*.

- Doalader C. Retamal, B. y otros (2019). La Blockchain: fundamentos, aplicaciones y relación con otras tecnologías disruptivas. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya.
- Krugman P. (29/05/2021). Jerga tecnológica y Cháchara libertaria con el Bitcoin. *Clarín*.
- La Nación. (18/07/2021). Golpe al bitcoin: destruyen con una aplanadora más de 1000 máquinas para minar criptomonedas. *La Nación*.
- Mamani, A. (04/08/2021). Furor por el Bitcoin: avanzan las leyes para regular las criptomonedas en varios países. *Infobae*.
- Mamani, A. (11/08/2021). Un grupo de hackers llevó a cabo el mayor robo del mundo de las criptomonedas. *Infobae*.
- Meaños, F. (11/08/2021). Llega Reserve a la Argentina, una criptomoneda pensada para países con alta inflación que ya es furor en Venezuela. *Infobae*.
- Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. EEUU: Editorial.
- Torchelli, V y Simaro G. (2020). Criptomonedas, medición y exposición en sistema de información contable. Buenos Aires: Errepar digital
- Zocaro M. (2020). La minería de criptomonedas y su tributación en Argentina. Buenos Aires: CEAT-UBA.