

ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL POR EL CONSUMO ENERGÉTICO EN LA PRODUCCIÓN DEL BITCOIN A NIVEL MUNDIAL.

ANALYSIS OF THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF ENERGY CONSUMPTION IN THE PRODUCTION OF BITCOIN WORLDWIDE.

José Julián Apraez Muñoz ¹ , Diego Fernando Guaitarilla Moncayo ² ,
Cristian Andrés Muñoz Gómez ³ 

¹ Universidad de Nariño. Pasto, Colombia., *Email:* apraez.julian@gmail.com

² Universidad de Nariño. Pasto, Colombia, *Email:* diegogumon@gmail.com

³ Universidad de Nariño. Pasto, Colombia, *Email:* cristhian051193@gmail.com

Para citar este artículo: Apraez Muñoz, J. J., Guaitarilla Moncayo, D. F., & Muñoz Gómez, C. A. (2022). Análisis del impacto ambiental por el consumo energético en la producción del bitcoin a nivel mundial. *Revista Loginn: Investigación Científica Y Tecnológica*, 6(2). <https://doi.org/10.23850/25907441.4800>

Recibido: 10 de mayo de 2022

Aceptado: 19 de septiembre de 2022

Publicado en línea: noviembre 1 de 2022

Resumen

.....
Palabras clave:
Energía eléctrica, criptomonedas, huella de carbono, emisiones atmosféricas, contaminación

El desarrollo progresivo de la tecnología en diferentes ámbitos del conocimiento humano ha provocado una serie de cambios en diferentes componentes de la biosfera y de la sociedad actual; uno de los más recientes es la transición del dinero físico al dinero virtual, especialmente con la creación de criptomonedas como el bitcoin, como una alternativa económica para desarrollar transacciones de compra y venta de bienes o servicios. Este tipo de procesos genera grandes consumos de energía eléctrica, ya que la tecnología blockchain se basa en la solución de problemas criptográficos complejos para validar las transacciones, en donde participan miles de ordenadores informáticos adheridos a la red. En ese sentido esta investigación analizó los diferentes países productores del bitcoin y las fuentes de energía que se emplean para la producción de energía eléctrica, los impactos ambientales de la minería y las fuentes de energía alternativa que se han optado por diferentes productores. Para ello, se partió del análisis bibliográfico profundo mediante el uso de referentes bibliográficos y siguiendo la estrategia metodológica propuesta por Reyes (2019), basada en 5 momentos para el desarrollo de investigación. Como resultado se obtuvo que, efectivamente la producción de bitcoin genera un grave impacto ambiental con una huella de carbono de 39.67 Mton de CO₂ que se emiten a la atmósfera, producto de los 50.88 TWh de consumo de energía eléctrica anual.

JEL:
E42; F18;
Q5
.....

Abstract

Keywords:

Electrical energy, cryptocurrencies, carbon footprint, atmospheric emissions, pollution

The progressive development of technology in different areas of human knowledge has caused a series of changes in different components of the biosphere and of today's society; One of the most recent is the transition from physical money to virtual money, especially with the creation of cryptocurrencies such as bitcoin, as an economic alternative to develop transactions for the purchase and sale of goods or services. This type of process generates large electrical energy consumption, since blockchain technology is based on the solution of complex cryptographic problems to validate transactions, involving thousands of computers attached to the network. In this sense, this research analyzed the different countries that produce bitcoin and the energy sources that are used for the production of electrical energy, the environmental impacts of mining, and the alternative energy sources that have been chosen by different producers. For this, a deep bibliographic analysis was started through the use of bibliographic references and following the methodological strategy proposed by Reyes (2019), based on 5 moments for the development of research. As a result, it was obtained that, indeed, the production of bitcoin generates a serious environmental impact with a carbon footprint of 39.67 megatons of CO₂ that are emitted into the atmosphere, product of the 50.88 TWh of annual electrical energy consumption.

Introducción

El dinero digital, como medio de pago le ha ganado espacio a la moneda tradicional en la actualidad, sin embargo, el efectivo ha experimentado una constante inflación, principalmente a causa de la inyección en exceso por parte del ente gubernamental que lo emite, distribuye y controla, generando desconfianza por parte de la población (Coronado, 2017). Si bien, nuevas tecnologías como las criptomonedas han sido una alternativa de solución a la infinita emisión de dinero habitual, al ser creadas como medio de cambio para adquirir un bien o servicio, (Cadena & Rincón, 2018). Originalmente los criptoactivos son la nueva forma de dinero global libre de censura, basando la confianza en la criptografía y no en organismos centrales (Cuartas, 2019), en donde su valor ha ido creciendo hasta alcanzar cotas difíciles de imaginar hace un tiempo atrás (Prego, 2022).

Dicho de otro modo, las criptomonedas son redes construidas sobre internet (Chris, 2018) bajo tecnología 'blockchain' donde la autenticidad la verifica una red de nodos (computadores conectados a la red) (BBVA, 2019). Por su parte el bitcoin (BTC), permite realizar transacciones dinerarias entre miembros de una comunidad que aceptan su valor, sin necesitar de la existencia de un tercero que valide su significación, esto se realiza principalmente por los diversos exchanges o casas de cambio virtuales (Ecuavisa, 2017). Su precio se da por la utilización a partir de la oferta y demanda de su comunidad, como moneda física no existe, por lo que es un nuevo sistema de pago virtual, el cual no puede ser controlado ni manipulado por gobiernos, bancos centrales o entidades financieras (Baraona y Reyes, 2018).

Desde su creación hasta la actualidad, tal y como lo expresan Baraona y Reyes (2018), el BTC ha experimentado una adopción mundial en continuo crecimiento, sin embargo, al ser un activo digital, los procesos requeridos para crear y comercializar con un elevado sistema de seguridad, requieren de infraestructuras físicas funcionando constantemente, que implican el consumo de energía eléctrica, pues bitcoin es la moneda extraída más popular, con el 89% (Hileman & Rauchs, 2017) y algunos países ahora lo consideran moneda de curso legal (Magas, 2019). Varios estudios han buscado cuantificar los costos de carbono de bitcoin o determinar su huella de carbono (Amir, 2021).

De este modo, se considera de gran importancia analizar el impacto ambiental generado por el consumo energético en la generación de la criptomoneda, para ello se desarrollarán tres objetivos específicos, en primer lugar, se realizará una revisión bibliográfica del tema en general, así como también se investigará el consumo y fuentes de energía que éste activo utiliza en su creación, finalmente se identificará y estudiará los diversos efectos que trae consigo la minería de bitcoin, que es como se conoce a su proceso de producción.

Para cumplir con los objetivos anteriormente planteados, el método a emplear se basa en la revisión de literatura que es un proceso mediante el cual se consulta, se extrae y se recopila la información relevante sobre el problema a investigar, realizando un análisis sistemático de artículos científicos, revistas indexadas, libros de editoriales internacionales reconocidas, como técnica exploratoria y analítica para la recolección de información sobre los procedimientos existentes, actualizados y efectivos (Calle, 2016), que estén relacionados con los impactos ambientales derivados del consumo energético en la producción del bitcoin. De igual forma se aplicará una técnica comparativa para sintetizar la información importante y apropiada que será introducida dentro de esta investigación.

Mediante el desarrollo de esta investigación se espera identificar cuánto es el consumo de energía eléctrica y por consiguiente la huella ecológica que se traduce en las emisiones de CO₂ para la minería del bitcoin; de esta forma se analizará si existe un impacto ambiental y de ser así, las alteraciones que éste produce sobre los diferentes componentes ambientales en los países productores del bitcoin. Así como también, se investigará cuáles son los tipos de energías alternativas que se puedan emplear como fuente para el proceso de minado del bitcoin, de tal forma que su producción genere los menores impactos sobre los diferentes bienes de uso común.

Metodología

Revisión bibliográfica

La revisión bibliográfica de este estudio se basó en la estrategia metodológica propuesta por Reyes, (2019) en la que se mencionan 5 momentos para la elaboración del estado del arte, a continuación, se mencionan y articulan a la presente investigación, En un primer momento, se realizó la búsqueda de documentos científicos entre los años 2015 y 2022, relacionados con los impactos ambientales producto de la minería del bitcoin, los cuales fueron un instrumento que permitió obtener datos cuantitativos sobre la problemática analizada, esto desde la postura del positivismo, pues según Reyes (2019) al tomar a los documentos como unidades de análisis observables y medibles se aborda esta postura epistemológica.

Para el desarrollo de esta investigación se usó las Tecnologías de la Información y la Comunicación; de tal manera que se generó un manejo eficiente de la información, lo cual se consiguió mediante el desarrollo de literacidad digital, que de acuerdo con Ramírez y Casillas (2015, citado por Reyes 2019), son los conocimientos, habilidades y actitudes dirigidas a la búsqueda efectiva de contenido digital y su manejo, usando palabras clave, metadatos, consultas en bases de datos especializadas, realización de búsquedas avanzadas, operadores booleanos, aplicación de filtros y uso de referencias de diferentes autores.

Contexto e inventario de la información

Siguiendo la estrategia metodológica para elaborar el estado del arte propuesta por Reyes (2019), se estableció un límite con respecto al tiempo de la investigación que comprendió desde el año 2008, en donde surge la criptomoneda, hasta el año 2022 y con respecto a nivel espacial, se analizó de manera general a nivel mundial. Por lo cual, para el desarrollo de este componente, se realizaron procesos de búsqueda, recopilación y organización de un inventario bibliográfico, con el fin de delimitar el área de interés.

Clasificación de la información

Luego de realizar el proceso de búsqueda, recopilación y organización del inventario bibliográfico, se procedió a clasificar la información dentro de los parámetros de análisis que permitieron hacer una reconstrucción teórica de lo investigado (Reyes, 2019). Para ello, se comparó los hallazgos de las investigaciones de otros autores y de esa forma, se dispuso de argumentos interpretativos que permitieron enriquecer el análisis del impacto que genera el consumo de energía para la producción del bitcoin (Reyes, 2019).

Para realizar la clasificación y análisis de la información se utilizó uno de los cuatro estudios

científicos establecidos en la taxonomía de la investigación propuesta por Yurén y Molina (2013, citado por Reyes 2019), que es: el estudio científico constatativo, que mostró un diagnóstico de cómo es la realidad del consumo de energía e impactos ambientales que genera la producción del bitcoin y evidenció el inicio de la utilización de energías alternativas.

Análisis del objeto de estudio

Teniendo en cuenta que el objetivo de la investigación es su difusión de una forma comprensible para el público en general, se adoptó la manera expuesta por Simarro (2015), mediante la presentación del tema en forma de artículo divulgativo. La propagación del contenido fue de manera puntual, relacionando la información de los impactos ambientales generados por la producción del bitcoin disponibles en varios textos. Más tarde, tomando un alineamiento con lo expuesto, se adoptó un posicionamiento desde lo que se observó, pues de esta forma se hizo una confrontación entre lo planteado y lo auto observado (Reyes, 2019).

Luego, se revisó y mencionó cuales son las fuentes de contaminación que causan los respectivos impactos ambientales, y se determinó cuáles son los que mayor peso tienen al momento de contaminar, una vez identificadas estas fuentes de contaminación, se las correlacionó con las energías limpias que en la actualidad se están adoptando para la minería de bitcoin (Reyes, 2019).

Interpretación de la información

Se desarrolló una interpretación de la información para cada uno de los ejes de análisis, mediante una reconstrucción teórica y la comprensión de los hallazgos, con el propósito de conocer porque los investigadores analizan el tema de impacto ambiental por consumo de energía eléctrica desde una perspectiva y no de otra, esto permitió conocer el estado actual de la investigación de manera global según Hoyos (2010, citado por Reyes 2019).

Resultados y discusión

1.1 Localización

Debido a que los impactos ambientales generados por la minería de la criptomoneda bitcoin impactan a nivel mundial (Blanco, 2021), su análisis se hará en este escenario, a través de las distintas fuentes de información presentes en la web.

1.2 Análisis de literatura especializada

1.2.1 Revisión bibliográfica

Como resultado de la revisión bibliográfica se obtuvo una base de información referente a estudios muy representativos de diferentes investigaciones desarrolladas en el periodo comprendido entre 2015 a 2022. Una de las principales fuentes mediante las cuales se desarrollaron muchos artículos científicos que se han publicado, toman como base los resultados que publica la Universidad de Cambridge, en donde disponen de una página web actualizada, con mapas y gráficas que analizan el comportamiento sobre el consumo de energía eléctrica en diferentes países del mundo, lo cual sirve como punto de partida para el análisis de las emisiones de gases efecto invernadero que se traducen como la huella de carbono en dichos procesos.

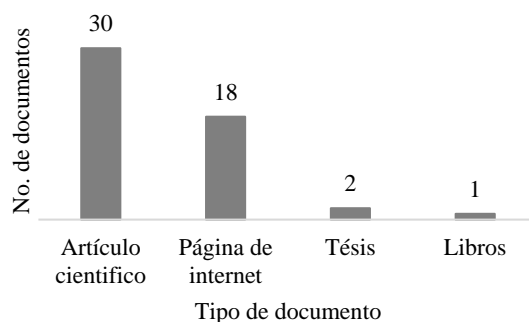
En ese sentido, cabe resaltar que esta investigación, se desarrolló en mayor proporción

en análisis de artículos científicos, albergados en bases de datos especializadas como ScienceDirect, ResearchGate, Scielo, Dialnet, entre otras, las cuales albergan producción científica actualizada y revisada por pares evaluadores, tal y como lo evidencia Torres (2018), la búsqueda en estos lugares es justamente en función de un mejor registro, procesamiento, búsqueda y diseminación de la información. Por otro lado, también fue necesaria la revisión de diferentes páginas web, aunque en menor proporción que la anterior y por tratarse de un tema tan reciente, la información siempre se encontraba al día. Por último, se realizó la investigación de tesis de grado de algunas universidades de España.

1.2.2 Contexto e inventario de la información

Durante el desarrollo de la investigación fue necesario analizar información relacionada con el estudio, a fin de crear una base de datos personal, pues según Guillermina (2015), para administrar adecuadamente la información recolectada, es necesario disponer en una base de datos personal, la información bibliográfica que se utiliza para un artículo, capítulo, tesis o libros, de este modo, tal y como se muestra en la figura 1, se consultó e indagó en 30 artículos, 18 páginas de internet, 2 tesis y un libro, la información correspondiente.

Figura 1
Inventario de la información consultada.

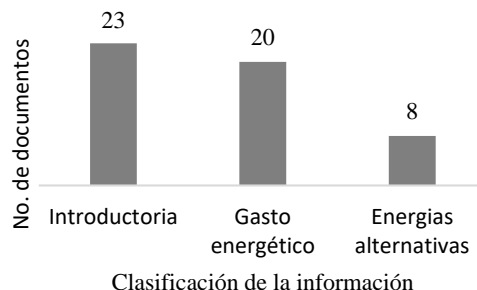


1.2.3 Clasificación de la información

Continuando con el desarrollo del siguiente momento, tal y como lo menciona Guillermina (2015), resulta consecuente crear, organizar y administrar carpetas para dar un orden y facilitar el consecuente análisis del estudio. De este modo, resultan los siguientes documentos: 23 introductorios o de contexto a los temas tratados, 20 que tratan y evidencian el gasto energético del bitcoin y 8 que relacionan las energías alternativas que la criptomoneda intenta incursionar.

Figura 2

Clasificación de los documentos según tema que tratan.



1.2.4 Análisis del objeto de estudio

Minado de Bitcoin

La minería de bitcoin es el proceso mediante el cual se ponen en circulación nuevos bitcoin (Hong, 2022). Actualmente, cada bloque de bitcoin genera 6,25 BTCs nuevos como recompensa al minero que haya cerrado el bloque, a lo que se le conoce en el mundo cripto como minado. Cabe resaltar, que la recompensa no siempre fue esa, cada 4 años, aproximadamente, la recompensa de bloque se reduce a la mitad en un evento que se conoce como halving (El Cronista, 2022).

En todo país del mundo existen personas dedicadas a la minería del bitcoin (Fernández et al., 2018). Por lo general, los mineros deben operar una gran cantidad de hardware de cómputo y usar mucha electricidad. Una red mundial de mineros compete para validar bloques de transacciones, lo que requiere el consumo de gran cantidad de electricidad, aunque solo se selecciona un minero para validar cada nuevo bloque de transacciones (Grace, 2022). Lo anterior, es corroborado por Johnston (2022), cuando textualmente menciona que: “Las empresas mineras de criptomonedas usan computadoras para resolver problemas computacionales complejos para validar transacciones en una cadena de bloques y generar nuevas monedas”.

1.2.4.1 Impactos ambientales por la minería de bitcoin

Según una estimación de la Universidad de Cambridge, China fue el hogar de alrededor del 65% de la producción mundial de bitcoin en 2020. Una de las razones por las cuales el país prohibió la minería de BTC, fue el consumo masivo de energía que requería bitcoin y el impedimento que supuso para el objetivo de China de neutralidad de carbono para 2060 (El Guardian, 2022).

Hacia el año 2019 el socio y fundador de Adamos Tecnología, Robert Stern consideraba que el minado de las criptomonedas tenía un impacto ambiental negativo, el cual estaba asociado al consumo de energía eléctrica, este investigador afirmaba que si todas las máquinas ligadas al Blockchain de bitcoin se consideraran conjuntamente en cuanto a su consumo como un país, este país ficticio ocuparía el puesto 61 a nivel mundial en consumo de energía eléctrica anual equivalente a 29,05 TWh (Terawatt-hora), superior a países como Irlanda, Croacia, Uruguay o Ecuador (Días et al., 2019).

Según Aparicio (2021), la formación de los bloques requiere el funcionamiento ininterrumpido y a pleno rendimiento de miles de ordenadores de forma simultánea lo que supone un gran consumo energético. Este mismo autor sostiene que la fabricación del papel moneda tiene un impacto ambiental mucho más reducido que la minería de criptomonedas. De la misma manera, Personajes reconocidos a nivel mundial como Bill Gates denuncia sus consecuencias negativas en el cambio climático (Fernández A., 2022). El mayor problema de bitcoin es el hecho de que la mayoría de las instalaciones mineras en la red de bitcoin funcionan con combustibles fósiles (Tecnología, 2022). Es así como el 12 de mayo de 2021, Elon Musk anunció en Twitter que Tesla deja de aceptar bitcoin como forma de pago por sus vehículos eléctricos por su impacto medioambiental (BBC News Mundo, 2021).

Por otra parte, Días y colaboradores (2019), sostienen que los impactos ambientales causados por la producción de moneda de forma preponderante en la actualidad superan en intensidad, variedad y extensión a los causados por las monedas digitales y criptomonedas; esto debido a que para la fabricación de monedas y billetes es necesario desarrollar procesos de explotación de recursos minerales finitos y no renovables lo que causa uno de los impactos ambientales más significativos en el planeta. Según Santos (2013, citado por Días et al., 2019) la minería convencional causa la pérdida de la geología local y de hábitats; pérdida de vegetación local y la aceleración del proceso de erosión; riesgo de contaminación ambiental por agentes químicos; empobrecimiento y contaminación del suelo; polución del aire; degradación de la calidad de los recursos hídricos; perjuicios a la biodiversidad local; y la generación de residuos sólidos. De este modo la alta demanda energética de los cryptoactivos, es un costo que garantiza su seguridad (Chacón, 2021).

La contaminación que el consumo energético genera ha deslucido la imagen del bitcoin (El Tiempo, 2021), pues el proceso de minar la criptomoneda utilizando gigantescos servidores que no cesan de trabajar consume mucha energía (BBC News Mundo, 2021), su gasto se ha disparado globalmente por la gran complejidad de cálculos matemáticos que requiere su extracción (García, 2018), de hecho, la Agencia Internacional de la Energía estimó que el consumo total de energía en la minería de bitcoins ronda los 50,88 TWh, lo que equivale a una huella de carbono de 24.930 kt de CO₂. Un estudio reciente desarrollado por Perrozzi en agosto de 2021 determinó que una transacción de bitcoin equivale al consumo de un hogar estadounidense en promedio de 39.67 días y que la huella de carbono producto de la actividad es comparable con la de Nueva Zelanda de 36.95 megatoneladas de CO₂ al año; la huella de carbono hace referencia a las emisiones de CO₂ de una determinada actividad y al área de bosque necesaria para absorberlo (Baraona y Reyes, 2018). El consumo de electricidad proveniente de energías no renovables equivale aproximadamente al consumo de 10 millones de hogares durante el año (El economista, 2021), por otro lado, se estima que la minería de bitcoin actualmente usa 66 veces más electricidad que en 2015 y Solo siete empresas mineras poseen casi el 80 % de toda la potencia informática de la red (Artic Portal, 2022).

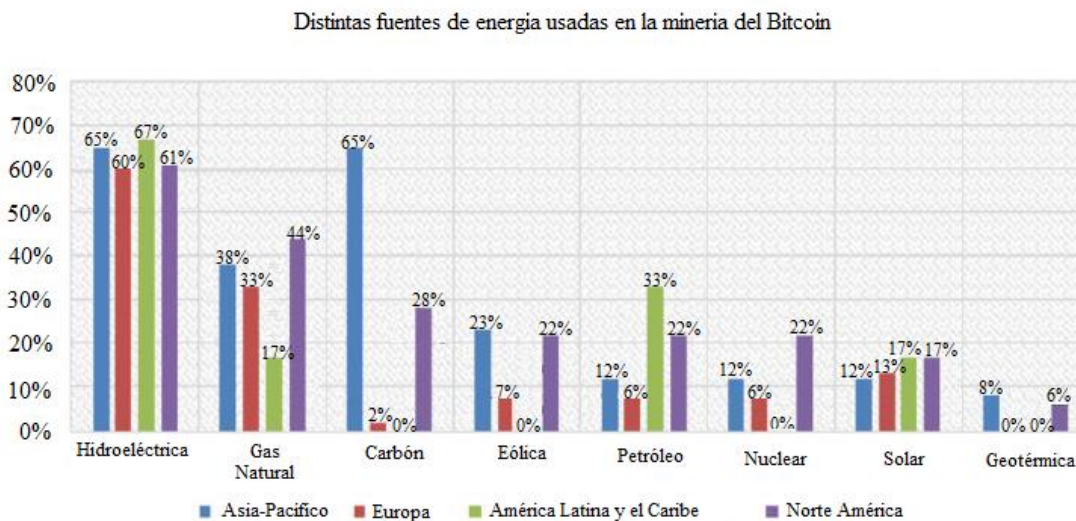
En los últimos dos años, el aumento histórico de bitcoin ha provocado que las emisiones aumenten en más de 40 millones de toneladas, lo que equivale a 8,9 millones de automóviles agregados a las calles, impulsando el calentamiento global por encima de

2°C (Perrozzi, 2021), cabe mencionar que las temperaturas de trabajo de los ASIC (Circuito integrado de aplicación específica), varían según el modelo pudiendo oscilar entre los 65°C y los 115°C (Patiño, 2022).

Esta situación preocupante se genera más que por el consumo indiscriminado de energía eléctrica, en la forma y las fuentes procedentes para la generación de dicha energía. En la (figura 3) se puede observar los diferentes porcentajes empleados para la producción de bitcoin, en función a las fuentes de producción y se tiene que hacia el año 2019, China empleaba el 65% en base al carbón y el 65% procedente de hidroeléctricas, seguido del gas natural con un 38% y el petróleo con el 12%. Por su parte, Estados Unidos usaba el 28% en base al carbón y el 61% procedente de hidroeléctricas, seguido del 44% de gas natural y del petróleo con el 22%. Estas fuentes de energía se analizan, debido a que producto de la combustión, son las que generan mayores emisiones de gases contaminantes a la atmósfera terrestre. Cabe resaltar que para ese año China era uno de los principales productores de bitcoin, en donde se extraía entre el 60% y 70% (Artiga y López, 2021).

Figura 3

Fuentes De Energía Utilizadas Por Los Mineros Globales De Bitcoin



Fuente: (Kumar, 2022)

1.2.4.2 Principales países mineros

En un informe de la BBC News Mundo (2022), se declara que muchos países han decidido prohibir la minería de bitcoin, incluidos Argelia, Bangladesh, Egipto, Irak, Marruecos, Omán, Qatar, Túnez y, sobre todo, China. Cuando China prohibió las criptomonedas en septiembre de 2021, el hashrate global (el nivel de poder de cómputo contribuido a una red a través de la minería de bitcoin) y el mapa de minería de bitcoin cambiaron significativamente.

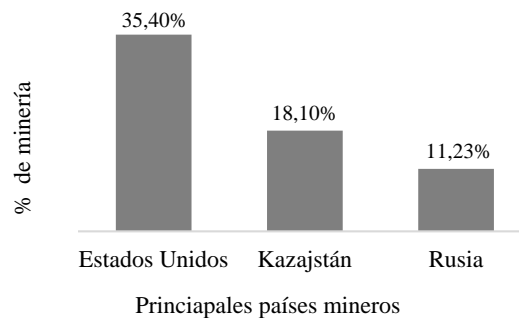
Una vez China prohibió las criptomonedas, Estados Unidos se convirtió en el líder mundial de la minería de bitcoin y en el país número uno en cuanto a hashrate. El impulsor clave a esto son los bajos precios de la energía, particularmente en Texas, pues presentan una red eléctrica desregulada con precios al contado que permite agilidad al elegir y cambiar de proveedor de energía (Strachan, 2022).

Hasta agosto de 2021, Kazajistán ocupaba el segundo lugar a nivel mundial como punto de acceso a la minería de bitcoin. Las grandes extensiones de espacio, los bajos costos de energía y el clima favorable en Kazajistán hicieron una oferta atractiva para los mineros de bitcoin. Sin embargo, tras los cortes de internet, los cortes de energía a principios de año, y un posible impuesto del 500% sobre los mineros en este país, su atractivo puede estar tambaleando. La tercera ubicación minera de bitcoin más grande documentada es Rusia. En enero de 2022, el banco central ruso indicó que pudo haber seguido los pasos de China y prohibió bitcoin en el país, pero un mes después, esta postura parece haberse suavizado, creando una tensión de voluntad de no hacerlo (Strachan, 2022).

De este modo, tal y como lo menciona el informe de la BBC News Mundo (2021), debido a lo sucedido en Kazajistán a principios de 2022, no parece demasiado exagerado imaginar que el desarrollo de las ubicaciones mineras de bitcoin irá de la mano con la disponibilidad de energía sostenible asequible (en grandes cantidades). La simple ecuación de lo que se requiere para la minería de bitcoin significa que cualquier país que cumpla con este criterio podría cultivar un centro de minería fuerte y robusto.

Teniendo en cuenta los datos proporcionados por la Universidad de Cambridge (2022), (figura 4) se ilustran los porcentajes de las tres principales naciones mineras de bitcoin, los cuales coinciden con lo expuesto anteriormente en el informe de la BBC News Mundo, al mencionar a Estados Unidos como el primer país minero con el 35,40%, Kazajistán con el 18,10% y finalmente Rusia con el 11,23%, esto luego de que China prohibiera las criptomonedas en Julio de 2021.

Figura 4
 Porcentajes de minería de Bitcoin de Estados Unidos, Kazajistán y Rusia.



Fuente: Elaborado a partir de información Cambridge, 2022)

1.2.4.3 Fuentes alternativas

Bitcoin, es dependiente principalmente de una fuente ininterrumpida de energía y conexión a internet, al referirse a esta primera que es la que compete para el presente estudio, según Artiga y López (2021), el minado de la criptomoneda hace uso tanto de las energías no renovables como renovables, estas últimas no son lo suficientemente estables para que el suministro sea constante y a bajo costo, lo que si logran otras fuentes contaminantes como el carbón o los combustibles fósiles.

Sin embargo, se empieza a contemplar nuevas alternativas de energía para el minado del BTC, tal y como lo menciona Kumar (2022), al afirmar que la industria minera de bitcoin puede cambiar su camino mediante la implantación de energía geotérmica renovable como la principal fuente de energía para extraer bitcoin. Si bien, esta alternativa presenta su dificultad en costos, una vez El Salvador se convirtió en el primer país del mundo en hacer de bitcoin su moneda de curso legal en junio de 2021.

El presidente de El Salvador Nayib Bukele ha instruido a una compañía eléctrica estatal para proporcionar energía barata y limpia, para la minería de bitcoin en sus instalaciones, aprovechando la energía renovable de los volcanes del país, Bukele compartió su plan para realizar el minado de bitcoin en El Salvador con energía muy barata, 100% limpia, 100% renovable (CNN Español, 2021). El Salvador aparentemente extraerá sus bitcoin con la ayuda de una empresa francesa BigBlock Centro de Datos. La energía geotérmica del volcán ayudará a reducir el pie de carbono por la impresión del proceso de minería de bitcoin. Se ha dicho que el proyecto producirá alrededor de 530 bitcoin al mes (Öysti, 2021).

Por otra parte, se habla que en los últimos años se han estado desarrollando algoritmos más eficientes energéticamente, este es el caso de la prueba de participación, en donde los propietarios de monedas crean bloques en lugar de mineros, de esta manera no requieren las máquinas de minería. Al realizar este cambio bitcoin mejoraría significativamente la sostenibilidad ambiental (Morales, 2019). El cambio podría ahorrar el 99,95 % de la energía que se requiere actualmente para ejecutar un sistema basado en la prueba de trabajo (Digiconomist, 2022).

Dicho lo anterior, el minado de bitcoin constituye un reto trascendental para el medio ambiente, y aunque la tendencia puede modificarse en el mediano y largo plazo, ya sea por mejoras en la eficiencia de los procesos, o por la diversificación de las fuentes de energía, es un hecho que actualmente, los mineros se siguen guiando por la reducción de costos y la maximización de ganancias, lo que impide tener certeza de una reducción en la huella de carbono que esta actividad genera (Artiga y López, 2021).

1.2.5 Interpretación de la información.

Teniendo como punto de partida que la producción y minería del bitcoin requiere de grandes consumos de energía eléctrica para validar las transacciones o registros, en donde participan miles de ordenadores para obtener la recompensa de la validación, se determinó que efectivamente existe un impacto ambiental debido a la forma como se produce dicha energía

eléctrica. Por ejemplo, hacia el 2017 la proveniencia de la energía utilizada por la red, basaba como fuente de combustible al carbón; este escenario generó 69 millones de toneladas de carbono equivalente (MtCO_{2e}) y, se considera que, de mantenerse la tendencia del uso acelerado del bitcoin, las emisiones acumuladas cruzarán el umbral de los 2 °C en el aumento de la temperatura promedio dentro de tan solo 2 años (Artiga y López, 2021).

En ese sentido, la huella de carbono resultante de dicha actividad es tan alta que se puede comparar con datos generados por la FAO en relación a la producción de arroz en Centroamérica para el año 2016, ésta fue de 1.216.683 toneladas, considerando las emisiones de CO₂, el consumo de la minería de bitcoin produciría 7.5 veces ese número (Baraona y Reyes, 2018), lo cual carece totalmente de sentido, ya que el cambio climático ha traído graves consecuencias para el planeta, como la escasez de alimentos y en un mundo globalizado es inaceptable que la gente muera de hambre (Osorio, 2018). Estas y otras razones explican por qué no es factible seguir transando con este tipo de alternativas a las monedas corrientes en cada país y mucho menos, en aquellos en los cuales su fuente de producción se basa en la quema de combustibles fósiles para generar energía eléctrica.

Conclusiones

Desde su nacimiento hasta la actualidad, la minería del bitcoin ha usado distintas energías para su creación, por lo que es una realidad ineludible que atenta contra la integridad del medio ambiente, pues sus mineros prefieren un costo energético menor, sin analizar los efectos colaterales hacia el planeta.

Las tecnologías usadas por bitcoin, dependen de la constancia energética para su funcionamiento, por lo que, en cierta medida, la implementación total de energías alternativas se condiciona por la falta de garantía en la estabilidad ininterrumpida del flujo energético.

Bitcoin como activo digital, promete ser el resguardo a la inflación, asegura estar a la vanguardia tecnológica con su blockchain de última generación, pero no tiene en cuenta las fuentes energéticas usadas para su fabricación.

La inclusión de las fuentes de energía renovables en la minería del BTC como la geotérmica, requieren de un incremento en el costo energético, por lo que se prefiere usar las energías que se destaquen por el menor precio, sin importar su grado de contaminación.

Declaración sobre conflicto de interés:

Los autores declaran que no tienen ningún conflicto de interés sobre el artículo.

Referencias Bibliográficas

Amir, N. (06 de junio de 2021). La energía renovable no puede curar los problemas ambientales de Bitcoin. Popular Science, <https://www.popsoci.com/technology/bitcoin-environmental-impact/>

Aparicio, A. (2021). Criptomonedas. Trabajo Fin de Grado, Universidad de Valladolid. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/51528/TFG-E-1271.pdf?sequence=1>

Artic Portal. (1 de marzo de 2022). El Bitcoin es un desastre que crea contaminación. BBC NEWS. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-56049826>

Artiga, C., & López, M. (2021). Bitcoin, uso de energías y cambio climático. FRIEDRICH-EBERT-STIFTUNG, 1(1). <https://americacentral.fes.de/>

Baraona, E. B., & Reyes, C. (2018). El peso de bitcoin. ARQ 98, 1(2). <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-69962018000100032>

BBC News Mundo. (27 de febrero de 2021). Cómo el descomunal gasto de energía del bitcoin puede hacer explotar la "burbuja" de las criptomonedas. BBC NEWS. www.bbc.com

BBC News Mundo. (13 de mayo de 2021). Bitcoin y Elon Musk: el CEO de Tesla anuncia que ya no aceptarán la criptomoneda y esta sufre una fuerte caída. BBC NEWS. www.bbc.com

BBC News Mundo. (22 de febrero de 2021). Qué tanto contamina el bitcoin, la moneda que consume más electricidad que Finlandia, Suiza o Argentina. BBC NEWS. www.bbc.com

BBVA. (22 de mayo de 2019). Claves para entender la tecnología 'blockchain'. <https://www.bbva.com/es/claves-para-entender-la-tecnologia-blockchain/>

Blanco, V. (29 de mayo de 2021). La huella que deja el Bitcoin en el medio ambiente amenaza el futuro de la divisa. EIEconomista.es. <https://www.economista.es/mercado>

[s-
cotizaciones/noticias/11242451/05/21/
La-huella-que-deja-el-Bitcoin-en-el-
medio-ambiente-amenaza-el-futuro-
de-la-divisa.html](https://cotizaciones/noticias/11242451/05/21/La-huella-que-deja-el-Bitcoin-en-el-medio-ambiente-amenaza-el-futuro-de-la-divisa.html)

Cadena, P., & Rincón, H. (2018). ¿Qué Son Las Criptomonedas? Trabajo de grado para especialista en gestión financiera. Universidad la Gran Colombia. Repositorio virtual de la universidad. <https://repository.ugc.edu.co/handle/11396/4657>

Calle, L. (2016). Metodologías para hacer la revisión de literatura de una investigación. Revista Facultad de ciencias médicas Universidad de Santiago de Guayaquil, 1(1). https://www.researchgate.net/publication/301748735_Metodologias_para_hacer_la_revision_de_literatura_de_una_investigacion/citation/download

Chacón, C. (20 de septiembre de 2021). Los criptoactivos: su impacto en el medio ambiente y su falta de regulación. Blog Departamento de Derecho del Medio Ambiente. Universidad Externado de Colombia. <https://medioambiente.uexternado.edu.co/los-criptoactivos-su-impacto-en-el-medio-ambiente-y-su-falta-de-regulacion/>

Chris, D. (18 de febrero de 2018). Por qué importa la descentralización. XATAKA BASICS. <https://www.xataka.com/basics/cripto-monedas-que-como-funcionan-que-otras-existen-bitcoin>

CNN Español. (13 de junio de 2021). Cómo funciona la minería de bitcoins. <https://cnnspanol.cnn.com/>

- Coronado, M. Á. (2017). La deuda pública de Estados Unidos exporta inflación y riesgo de crédito a todo el mundo ante la eminente explosión del dinero digital. CE Contribuciones a la economía 2(3). <http://hdl.handle.net/20.500.11763/ce173deuda-publica-eeuu>
- Cuartas, R. (2019). Regulación de los criptoactivos y el riesgo de la/ft. Trabajo de grado para optar por el título de Magister en Derecho Informático. Universidad Externado de Colombia – Universidad Complutense de Madrid. Repositorio virtual.
- Días, F., Mariana, R., & Amorín, M. (2019). Criptomonedas un dialogo necesario entre el sistema monetario actual y el desarrollo sustentable. DIALNET, 15 (2). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7469465#>
- Digiconomist. (10 de enero de 2022). Índice de consumo de energía de Bitcoin. University of Cambridge Judge Business School. https://ccaf.io/cbeci/mining_map
- Ecuavisa. (30 de noviembre de 2017). ¿Cómo y dónde comprar bitcoins? Ecuavisa. <https://www.ecuavisa.com/>
- El Cronista. (4 de abril de 2022). Solo quedan 2 millones de Bitcoin por minar: qué significa y cuándo se acabarán. La Republica. <https://www.larepublica.co>
- El economista. (19 de mayo de 2021). ¿Podría ser el Bitcoin más perjudicial para el medio ambiente que la banca tradicional? La Republica. <https://www.larepublica.co>
- Fernández, A. (25 de abril de 2022). Bitcoin y contaminación: el impacto medioambiental de las criptomonedas. Hablando de Vidrio. Eco vidrio. www.hablandoenvidrio.com/bitcoin
- Fernández, K., Gallardo, D., & Oña, J. (2018). Evolución e impacto de las criptomonedas en la sociedad ecuatoriana. Digital Publisher, 1(3). https://www.593dp.com/index.php/593_Digital_Publisher/article/view/46/178
- García, J. (12 de agosto de 2018). La minería de bitcoin: un riesgo para el medio ambiente. El país. Retina. <https://elpais.com/>
- González, J. (2021). Factores que determinan el consumo máximo de energía de los mineros de Bitcoin. ARXIV. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2107.10634>
- Grace, A. (2022). NFT y el medio ambiente. Investopedia, 1(1). https://www-investopedia-com.translate.google.com/nfts-and-the-environment-5220221?x_tr_sl=en&x_tr_tl=es&x_tr_hl=es-419&x_tr_pto=sc
- Guillermina, S. (2015). Cómo realizar una búsqueda de información eficiente. Foco en estudiantes, profesores e investigadores en el área educativa. ELSEIVER, 3(10). DOI: 10.1016/S2007-5057(14)72734-6
- Hileman, G., & Rauchs, M. (2017). Estudio de referencia global de criptomonedas. Benchmarkig, 3 (10). www.2021-ccaf-3rd-global-cryptoasset-benchmarking-study

- Hong, E. (2022). ¿Cómo funciona la minería de Bitcoin?. CNN Español. <https://cnnespanol.cnn.com/2021/06/13/mineria-bitcoin-como-funciona-impacto-ambiental-el-salvador-orix/>
- Kumar, S. (2022). Revisión de la energía geotérmica como fuente de energía alternativa para minería Bitcoin. Rsearchgate. 10(85).
- Magas, J. (31 de diciembre de 2019). Cinco países en los que la regulación de las criptomonedas ha dado más cambios durante 2019. Cointelegraph en Español. <https://es.cointelegraph.com/news/five-countries-where-crypto-regulation-changed-the-most-in-2019>
- McMaster, A. (6 de diciembre de 2017). Bitcoin está contaminando masivamente la Tierra, y todos deberíamos estar asustados. Global Citizen. <https://www.globalcitizen.org/fr/content/bitcoin-pollution-environment-electricity-robots/>
- Morales, C. (01 de enero de 2019). Prueba de trabajo vs Prueba de participación. Blockchain. Métodos de Validación. [http://www.tecnocomputacion.com/block-chain-prueba-de-trabajo-vs-prueba-departicipacion/#:~:text=Prueba%20de%20Participaci%C3%B3n%20\(PoS\),pasado%20desde%20que%20las%20obtuvieron](http://www.tecnocomputacion.com/block-chain-prueba-de-trabajo-vs-prueba-departicipacion/#:~:text=Prueba%20de%20Participaci%C3%B3n%20(PoS),pasado%20desde%20que%20las%20obtuvieron)
- Nakamoto, S. (2021). Bitcoin: Un Sistema de Efectivo Electrónico Usuario-a-Usuario. Bitcoin es Latam, 1(3). [http://www.tecnocomputacion.com/block-chain-prueba-de-trabajo-vs-prueba-departicipacion/#:~:text=Prueba%20de%20Participaci%C3%B3n%20\(PoS\),pasado%20desde%20que%20las%20obtuvieron](http://www.tecnocomputacion.com/block-chain-prueba-de-trabajo-vs-prueba-departicipacion/#:~:text=Prueba%20de%20Participaci%C3%B3n%20(PoS),pasado%20desde%20que%20las%20obtuvieron)
- Osorio, G. (2018). Agricultura Sustentable. Una alternativa de alto rendimiento. Innovación y Tecnología. Agricultura Sustentable, 7(8).
- Öysti, L. (2021). Bitcoin y consumo de energía. Major Sustainable Energy Systems and Markets. Master's Programme in Advanced Energy Solutions. Aalto University. Repositorio web
- Patiño, C. (10 de abril de 2022). El calor residual de la minería de bitcoin se puede utilizar para fines prácticos como la calefacción del hogar. Cointelegraph en Español. <https://es.cointelegraph.com/news/five-countries-where-crypto-regulation-changed-the-most-in-2022>
- Paya, N. (30 de mayo de 2021). Contaminación por criptomonedas: su gran huella en el medio ambiente. El Tiempo. <https://www.tiempo.com/noticias/actualidad/contaminacion-criptomonedas-bitcoin-ethereum-elon-musk.html>
- Perrozzi, A. (22 de agosto de 2021). Criptomonedas: el impacto medioambiental de la minería digital: Transecto. www.transecto.com
- Prego, C. (30 de enero de 2022). El futuro del dinero será digital. Pero sólo cuando los estados y los bancos centrales lo permitan. XATAKA. <https://www.xataka.com/otros/futuro-dinero-probablemente-sea-digital-grandes-bancos-centrales-van-a-pisar-freno-cuanto-puedan-reto-transicion>
- Reyes, C. (2019). Estrategia metodológica para elaborar un estado del arte como un producto de investigación científica. Praxis Educativa, 23(3).

<https://doi.org/10.19137/praxiseducativa-2019-230307>

Reiff, N. (19 de septiembre de 2022). Principales acciones de criptominería para el tercer trimestre de 2022. Investopedia. www.investopedia.com.

Simarro, J. M., Paza, J. L., & Mulet, J. M. (2015). Estrategias de divulgación científica. Universidad Politécnica de Valencia.

Strachan, R. (24 de febrero de 2022). ¿Dónde están los puntos clave de minería de Bitcoin y cuál es el futuro de la industria? Investment Monitor. <https://www.investmentmonitor.ai/finance/bitcoin-mining-hotspots-energy-countries>

Tecnología. (24 de marzo de 2022). Así contamina al planeta la producción del Bitcoin. EXPANSION. <https://expansion.mx/tecnologia/2022/03/24/contaminacion-minado-bitcoin-impacto-ambiental>

The Guardian. (30 de enero de 2022). ¿Cómo resolvemos el problema del carbono de bitcoin?. The Guardian. www.theguardian.com

Torres Pombert, Ania. (2003). El uso de los buscadores en Internet. ACIMED, 11(3), 7-8. Recuperado en 14 de octubre de 2022, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352003000300004&lng=es&tlng=es.

Universidad de Cambridge. (01 de febrero del 2022). Índice de consumo de electricidad de Bitcoin de Cambridge. Digiconomist. https://ccaf.io/cbeci/mining_map