

Blockchain en el Comercio Internacional

Máster Universitario en Análisis Económico

Estudiante: Riba Biazirova, Tomas

E-mail: tribab@uoc.edu

Tutor: Uribe Gil, Jorge Mario

Semestre: 2021/22-2

Resumen

Con el objetivo de optimizar las herramientas utilizadas en el comercio internacional, proponemos una serie de alternativas mediante la aplicación de *blockchain*. Nos basamos en un análisis cuantitativo a partir de la comparativa entre los costes actuales para llevar a cabo una operación mediante carta de crédito, remesa documentaria, pago por adelantado y a plazo, y los costes derivados de la utilización de *blockchain* y contratos inteligentes como métodos de pago.

Utilizamos datos de 18 entidades financieras relevantes en el comercio internacional para determinar los costes actuales y analizamos diferentes cadenas de bloques para determinar su eficiencia. Tras proponer distintas soluciones, crear un contrato inteligente para optimizar las cartas de crédito y emitirlo en una blockchain pública, confirmamos la hipótesis sobre las mejoras en términos de costes, eficiencia, menores tiempos de procesamiento y la reducción de intermediarios. También documentamos algunas limitaciones y futuros retos para la adopción de la tecnología en el comercio internacional, tales como la falta de regulación, la necesidad de generar efectos de red, simplificar la utilización de *blockchain* mediante el establecimiento de estándares a nivel internacional y la utilización de divisas digitales emitidas por los bancos centrales.

Abstract

Aiming to optimize currently popular payment methods in international trade, we propose several alternatives through the application of blockchain. We rely on a quantitative analysis based on the comparison between the actual costs of carrying out an operation through a letter of credit, documentary collection, payment in advance and open account, and the costs derived from the use of blockchain and smart contracts.

We use data from 18 major financial institutions with international trade records to determine actual costs and analyze different blockchains to establish their efficiency. After proposing a series of solutions, creating a smart contract to optimize letters of credit and issuing it on a public blockchain, we confirmed our starting hypothesis about improvements in terms of costs, efficiency, shorter processing times and the reduction of intermediaries. We also document some challenges for the massive adoption of the blockchain technology in international trade such as the lack of regulation, the need to generate network effects, simplify the use of blockchain by establishing standards at the international level and the use of digital currencies issued by central banks (CBDC).

Palabras clave: Blockchain, Contrato Inteligente, Carta de crédito, Remesa documentaria.

Key words: Blockchain, Smart Contract, Letter of Credit, Documentary Collection.

Índice

1. Introducción	4
2. Conceptos preliminares	5
2.1. Blockchain	5
2.1.1. Cuentas	
2.1.2. Transacciones	
2.1.3. Comisiones	
2.1.4. Nodos	
2.1.5. Bloques	
2.1.6. Consenso	
2.1.7. Tipos de Blockchain	
2.2. Smart contracts	7
2.3.1. Cash in Advance	
2.3.2. Letter of Credit (LC)	
2.3.3. Documentary Collection (DC)	
2.3.4. Open Account	
2.3. Fianzas en el comercio internacional	9
3. Revisión de literatura	12
4. Metodología	16
5. Resultados	18
5.1. Alternativas de pago por adelantado y a plazo	
5.2. Alternativas en carta de crédito	
5.2.1 Caso práctico	
5.3. Alternativas ante remesa documentaria	
6. Conclusiones	30
7. Bibliografía	33
8. Anexo	35

1. Introducción

Las herramientas utilizadas para llevar a cabo una operación de comercio internacional han sufrido relativamente pocos cambios en las últimas décadas, dando lugar a un desajuste entre los avances tecnológicos disponibles y su implementación si lo comparamos con otros campos de la economía como los pagos en comercios o los mercados financieros.

En *Blockchain en el Comercio Internacional* nos proponemos analizar las posibles aplicaciones que tendría la utilización de *blockchain* y los contratos inteligentes en herramientas como las cartas de crédito, las remesas documentarias y los pagos por adelantado y a plazo para los distintos agentes implicados en una operación de comercio internacional.

El objetivo del estudio es contrastar, por primera vez, de forma integrada, las ventajas en términos de costes, eficiencia, tiempos de procesamiento, eliminación de intermediarios y simplificación de procesos, así como las limitaciones y aspectos que pueden dificultar su implementación a gran escala.

Partimos de la hipótesis que una aplicación intensiva de los recientes desarrollos tecnológicos en los campos de *blockchain* y la digitalización de documentos puede contribuir de forma significativa en la forma de realizar operaciones de comercio internacional, generando mejoras de eficiencia que se trasladen al conjunto de la economía.

La estructura del estudio empieza con la introducción de algunos conceptos preliminares en los campos de *blockchain* y el comercio internacional.

Tras una revisión de literatura, en la cual analizamos el desarrollo actual y la implementación de *blockchain* en el comercio internacional, exponemos la metodología utilizada en la que proponemos una comparativa de costes entre las distintas herramientas utilizadas en la actualidad frente a aquellos derivados de la utilización de sistemas de pago con *blockchain* y contratos inteligentes. Además del análisis cuantitativo, llevamos a cabo un análisis cualitativo que nos permite exponer algunas alternativas para la simplificación del intercambio de información, la reducción en los tiempos de espera en la transmisión de la documentación y sobre el procesamiento de los pagos.

En la sección de resultados analizamos los costes de un conjunto de 18 entidades financieras de relevancia en el comercio internacional y los comparamos con distintas cadenas de bloques.

De la misma forma, con el fin de contribuir al desarrollo en el campo del comercio internacional y aplicar las nuevas herramientas tecnológicas a nuestro alcance, hemos elaborado y publicado en la red de Ethereum un contrato inteligente que tiene la potencialidad de sustituir los actuales mecanismos utilizados en las cartas de crédito. Dicho código puede ser utilizado por cualquier empresa o institución financiera interesada y ha sido emitido en código abierto para que se puedan realizar las modificaciones que se consideren oportunas por parte del usuario final.

2. Conceptos preliminares

Esta sección está dedicada a exponer los conceptos básicos sobre *Blockchain* y *Smart contracts* con el fin de permitir la comprensión de los resultados del estudio para aquel lector que no esté familiarizado con el tópico. Además, se destacan los principales métodos de pago utilizados en el comercio internacional, con los cuales se compara la alternativa del *Blockchain*.

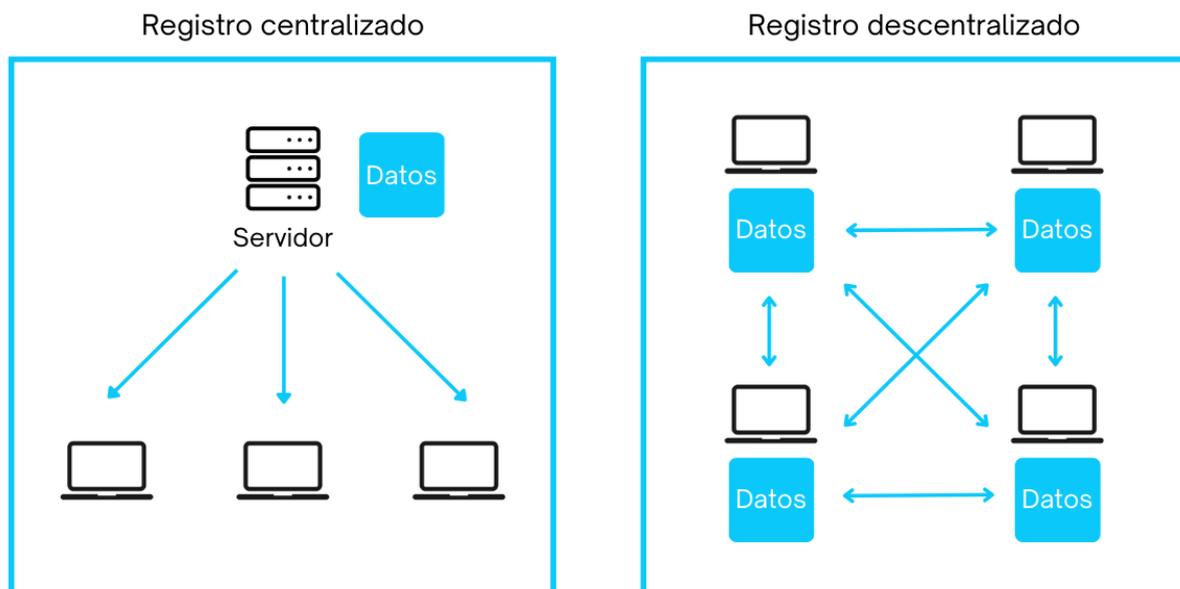
2.1 Blockchain

Blockchain o cadena de bloques es un sistema de registro descentralizado en el cual las transacciones se almacenan en bloques mediante técnicas criptográficas que garantizan la inmutabilidad de los datos añadidos a la cadena (Ganne, 2018).

Aunque comúnmente se asocia *Blockchain* con Bitcoin por la exposición de su funcionamiento en el paper *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System* publicado por Satoshi Nakamoto en el 2008, las criptomonedas son solo una de las múltiples aplicaciones de Blockchain.

La descentralización de *Blockchain* se consigue mediante la interacción de diferentes nodos que almacenan la información, por lo que no existe un servidor central ni intermediarios. Cada vez que la información de la cadena de bloques es modificada, previo consenso entre los diferentes nodos, ésta se transmite a todos los nodos y se actualiza.

Figura 1: Intercambio de datos en registro centralizado frente a descentralizado



Fuente: Elaborado por el autor

2.1.1 Cuentas

Para interactuar con una cadena de bloques, el usuario necesita una cuenta, la cual se genera de forma aleatoria mediante un software especializado y contiene una clave pública y una clave privada. La clave privada solamente está disponible para el “propietario” de la cuenta y es la que le permite firmar las transacciones solicitadas con su clave pública. La clave privada nunca debería ser compartida. Un ejemplo de claves para una cuenta de Bitcoin serían la siguientes:

Clave pública: 1L1gAzxqWhFutcX27MrKgQVxEW71Dxg9ry

Clave privada: L4aFmn29iLyAUJ6tU9sTpu1YXGgLjweBxmRYvu8q16DqJ23iTbpg

2.1.2 Transacciones

Para emitir una transacción o interactuar con la red, el emisor debe indicar un destinatario, la cantidad de unidades y la comisión que está disponible a pagar. La transacción se firma con la clave privada, que garantiza que el remitente tiene acceso a la cuenta. Una vez la transacción se transmite a la red, se genera un hash de transacción mediante criptografía que sirve como identificador único.

2.1.3 Comisiones

Las comisiones de transacción están destinadas a pagar el esfuerzo computacional necesario para ejecutar la transacción. El valor de la comisión depende de diferentes variables, como la congestión de la red, la velocidad deseada por el emisor y la complejidad de la transacción. Como veremos más adelante, el consumo computacional es menor para una transferencia de una cuenta a otra respecto a otras interacciones más complejas.

En caso que el emisor quiera que su transacción se ejecute en un tiempo menor, deberá ofrecer una mayor comisión para incentivar a los validadores a elegir su transacción frente al resto.

Las principales funciones de las comisiones de transacción son incentivar a los validadores a cambio del consumo computacional en el cual deben incurrir para validar las transacciones, y evitar que alguien pueda *spamear* la cadena de bloques congestionandola red de manera innecesaria.

2.1.4 Nodos

Los nodos son aquellos ordenadores que validan las transacciones, además de alojar y sincronizar una copia de toda la cadena de bloques. Todos los nodos trabajan de forma sincronizada gracias al intercambio de información P2P tal como se puede ver en la figura 1.

A medida que se emiten solicitudes de transacción, estas son validadas por los nodos e incluidas en un *pool*. El *pool* está conformado por aquellas transacciones pendientes de incorporar a un bloque.

2.1.5 Bloques

En función de las comisiones pagadas, las transacciones se añaden al siguiente bloque y quedan confirmadas en la red. Las transacciones se organizan en bloques, lo que permite garantizar la inmutabilidad de la red, ya que para modificar un bloque anterior sería necesario modificar todos los bloques posteriores.

2.1.6 Consenso

Para confirmar un bloque, se utilizan diferentes mecanismos de consenso, como el *Proof of Work* o el *Proof of Stake*. En el primer caso, el mecanismo consiste en la resolución de un problema de elevada complejidad, que es resuelto mediante prueba y error. El primer nodo en resolver el problema transmite la solución al resto de los nodos y el bloque queda confirmado. En el segundo caso, el nodo que confirma el bloque es elegido de forma aleatoria si cumple una serie de requisitos establecidos por la red. El incentivo de los llamados mineros o nodos validadores es una parte de las comisiones pagadas por el emisor y la recompensa por confirmar bloques, la cual se establece en el código de la *blockchain* en cuestión.

2.1.7 Tipos de blockchain

En función del grado de centralización y la capacidad de acceso de los usuarios a una determinada *blockchain*, las podemos clasificar como privadas o abiertas.

Una blockchain abierta es aquella que permite acceder a cualquier usuario con un ordenador sin imponer restricciones y no existe ningún usuario con permisos especiales que administre la cadena de bloques. Las transacciones no se pueden restringir y cualquier usuario puede operar un nodo y validar transacciones. Algunos ejemplos serían Bitcoin o Ethereum.

En el caso de las *blockchain* privadas existe uno o varios usuarios con capacidad de controlar y administrar la red, lo que les permite restringir determinadas transacciones. Las transacciones se validan por un número limitado de nodos. Este tipo de *blockchain* permite una mayor privacidad de los datos y menor consumo computacional y por ende energético. Un ejemplo de blockchain privada sería IBM Blockchain.

2.2 Smart contracts

Un *smart contract* o contrato inteligente es un programa que se almacena y ejecuta en una cuenta específica de la *blockchain*, y está formado por un conjunto de funciones y datos codificados mediante lenguaje de programación (ethereum.org/developers).

Una vez se ha escrito el código en función de las necesidades, este se transmite a la red y queda almacenado, pudiendo ser utilizado por cualquier usuario en el caso de las *blockchain* públicas.

Una de las cadenas de bloques públicas más utilizadas actualmente para emitir y ejecutar contratos inteligentes es Ethereum, escrita en el lenguaje de programación Solidity.

Tanto para emitir como para interactuar con contratos inteligentes es necesario pagar las comisiones de transacción. En el caso de Ethereum estas comisiones son llamadas gas y se pagan en la moneda nativa de la cadena, el ether (ETH). Los precios del gas se indican en Gwei siendo la equivalencia $1 \text{ Gwei} = 0,000000001 \text{ ETH}$ (10^{-9} ETH).

Como hemos adelantado en el apartado anterior, la emisión e interacción con un contrato inteligente requieren una mayor capacidad computacional que una transferencia de una cuenta a otra, ya que se realizan una mayor cantidad de operaciones. Cuando una interacción es transmitida, el emisor debe especificar la cantidad de gas que está dispuesto a gastar y el precio por unidad de gas. Mientras que la cantidad de gas está determinada por la red, el precio que deberá pagar el emisor dependerá de la oferta y demanda.

Para una simple transferencia de una cuenta a otra, la red de Ethereum requiere 21.000 unidades de gas, tal como se puede apreciar en la transacción con hash: "0x6544397ae451c5e7c36b3b241ab117c277c735d2e0d8757005b0b316c9ae8773"

Sin embargo, la interacción con un contrato inteligente, como por ejemplo la transacción con hash "0xa39e6728a8d0acca30187eacffe6623b2f637f1f0edd74c511c259987607b3fb" que ha sido realizado con Open Sea, el mayor portal de intercambio de NFT, ha consumido 231.262 unidades de gas.

Las transacciones pueden ser consultadas en el portal "Etherscan.io".

Las principales características de la *Blockchain* a destacar serían:

- **Descentralización:** Permite utilizar un entorno descentralizado siempre y cuando la cadena de bloques sea pública y cuente con una cantidad suficiente de nodos.
- **Transparencia:** Las transacciones són visibles para todos los usuarios en tiempo real y están publicadas en la red.
- **Trazabilidad:** Se puede seguir el rastro de las transacciones, ya que las operaciones tienen un hash asignado con toda la información necesaria.
- **Seguridad:** Las transacciones incorporadas a la cadena no pueden ser modificadas ya que requeriría modificar todos los bloques posteriores, lo que no sería aceptado por los nodos en caso de que se cumpla la descentralización.
- **Automatización:** La utilización de los contratos inteligentes nos permite realizar interacciones de forma automatizada a partir de un código público alojado en la *blockchain*.

2.3 Finanzas en el comercio internacional

Finalizamos los conceptos preliminares con la exposición de las principales herramientas financieras utilizadas en el comercio internacional, las cuales hemos clasificado en función del riesgo para el exportador, de menor a mayor riesgo.

Entre los métodos de pago utilizados en el comercio internacional, destacamos el pago por adelantado (*cash in advance*), la carta de crédito (*letter of credit*, LC), la remesa documentaria (*documentary collection*, DC) y el pago a plazo (*open account*, OA).

Figura 2: Métodos de pago en el comercio internacional en función del riesgo exportador.



Fuente: Elaborado por el autor.

2.3.1 Cash in Advance

El pago por adelantado es el método más seguro para el exportador, ya que no asume ningún riesgo y la mercancía se envía una vez recibido el cobro. Sin embargo, el importador de la mercancía asume un gran riesgo, ya que no tiene garantías de que recibirá la mercancía.

Este método requiere de un nivel elevado de confianza entre las partes involucradas y suele utilizarse para transacciones de bajo importe (Hinkelman, 2009)

2.3.2 Letter of Credit (LC)

La carta de crédito reduce el riesgo para el importador de la mercancía y garantiza el cobro a la parte exportadora mediante la introducción de entidades financieras que actúan como intermediarios.

Una vez se ha establecido el contrato de compraventa entre el comprador y el vendedor, la parte importadora solicita a su banco la emisión de un crédito documentario a favor del proveedor. El banco, tras revisar la solvencia de su cliente, emite un mensaje al banco

del exportador informando de la emisión de un crédito documentario a su favor. Posteriormente el banco del exportador informa a su cliente.

En esta modalidad, el banco del importador garantiza el pago siempre que la parte exportadora cumpla las condiciones establecidas en el crédito documentario. Los créditos documentarios se emiten mediante mensaje SWIFT¹ y requieren de la estipulación de una serie de condiciones:

- Plazos: Fechas de emisión y validez, plazo de presentación de los documentos y pago. En caso que el exportador no aporte los documentos a su banco en el plazo establecido se considerará un incumplimiento del acuerdo.
- Partes involucradas: Se aporta información sobre las partes compradora y vendedora, así como del banco del importador (emisor) y del exportador (receptor).
- Tipo de pago: Se establece si el pago se realizará contra la presentación de los documentos o en una fecha posterior.
- Importe de la transacción: Se especifica el importe nominal de la operación y la divisa en la que se realizará el pago.
- Lugar de origen y destino: Se determina el país de origen del envío, el país receptor y las condiciones de entrega.
- Descripción de los bienes y/o servicios: Se proporciona una descripción detallada de la mercancía que debe suministrar la parte exportadora.
- Documentos requeridos: Los documentos requeridos incluyen facturas originales, *packing list*, certificados y documentos de transporte. En caso que el exportador no presente todos los documentos en forma y fecha a su banco, se considerará un incumplimiento.
- Instrucciones de confirmación: Los créditos documentarios pueden ser confirmados, cuando es el banco del exportador quien garantiza el pago y asume el riesgo, o no confirmados, cuando es el banco del importador el que garantiza el pago. Los créditos confirmados garantizan un menor riesgo al importador, ya que el banco que garantiza el pago se encuentra en su misma jurisdicción. En caso de que el banco del importador quebrara, tendría el cobro garantizado por su banco.

Cuando la parte exportadora ha realizado el envío de la mercancía, aporta los documentos estipulados en la LC a su banco. Este, tras revisar que la documentación cumple con lo estipulado, la envía al banco del importador.

Una vez la documentación está en manos del banco del importador, éste la traslada a su cliente y con esta documentación puede proceder a retirar la mercancía del puerto de destino.

1. SWIFT es el acrónimo para Society for Worldwide Interbank Financial Telecommunication, una cooperativa bancaria formada en 1973 para garantizar comunicaciones seguras entre instituciones financieras de todo el mundo. Actualmente cuenta con más de 11.000 miembros repartidos en más de 200 territorios y países.

2.3.3 Documentary Collection (DC)

Las remesas documentarias consisten en la presentación de los documentos y la transmisión de la titularidad de la mercancía en el mismo momento en el que el importador realiza el pago.

En este caso, el riesgo para la parte exportadora aumenta respecto a los créditos documentarios expuestos en el punto anterior, ya que el pago no está garantizado por una parte intermediaria. Sin embargo, limita el riesgo en tanto que mantiene la titularidad de la mercancía a menos que el importador realice el pago.

Las remesas documentarias pueden ser mediante pago contra documentos (*documents against payment, D/P*) o mediante documentos contra aceptación (*documents against acceptance, D/A*).

En el primer caso, el importador debe realizar el pago para obtener los documentos, mientras que en el segundo caso el pago se realiza en un plazo futuro. En el caso de documentos contra aceptación, el importador puede reducir el riesgo para su proveedor mediante la emisión de un *bill of exchange*, una solicitud escrita hacia una entidad financiera ordenando el pago a una fecha determinada.

Con esta herramienta, una vez el exportador ha realizado el envío, transmite los documentos a su banco (remitente) junto con las instrucciones de cobro. El banco remitente transmite la documentación junto con la solicitud de cobro al banco del importador (presentador) y este lo comunica a su cliente.

Una vez el importador realiza el pago a su banco o se compromete a realizarlo mediante un *bill of exchange*, éste le entrega los documentos (se transmite la titularidad de la mercancía) y remite los fondos al banco del exportador. Finalmente, este abona el importe a su cliente.

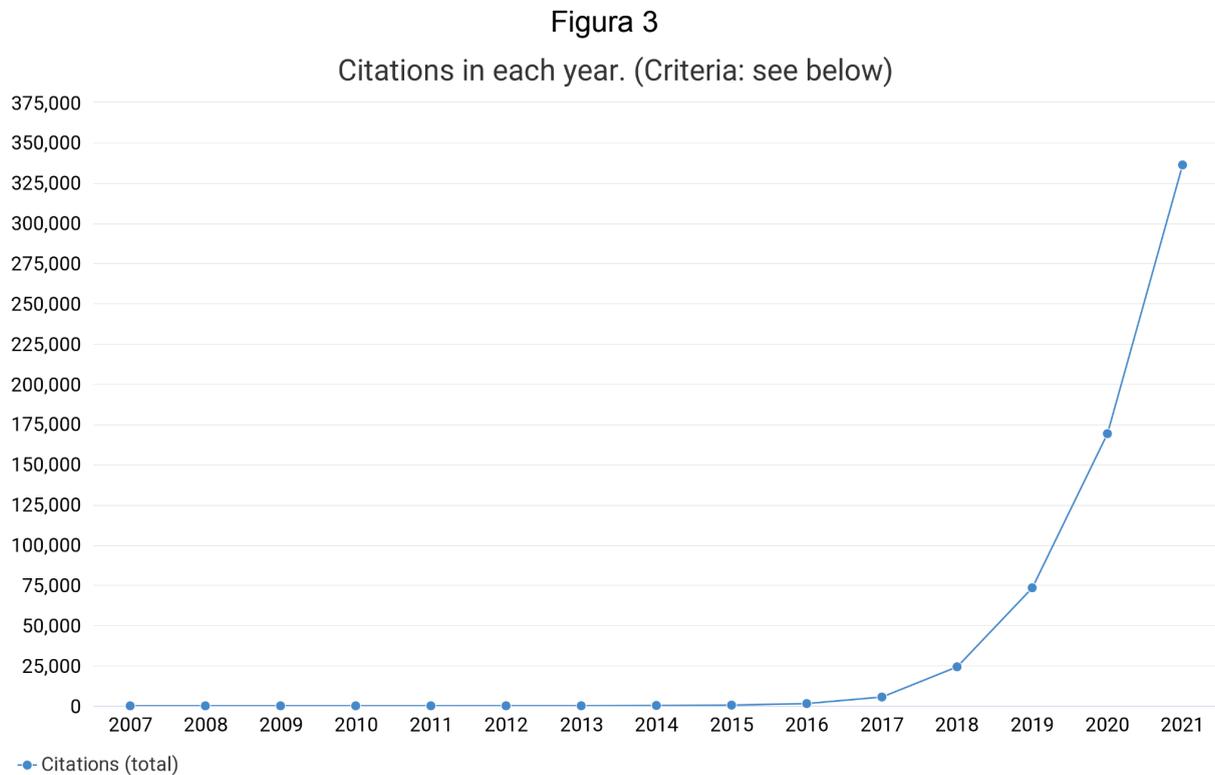
2.3.4 Open Account

El pago a plazo supone el mayor riesgo para el exportador, mientras que para el importador sería la herramienta que presenta un menor riesgo. En este caso, ambas partes acuerdan el pago en un plazo determinado a partir de la recepción de la mercancía, como por ejemplo, 30, 60, 90 o 120 días.

En caso que finalmente el importador no realice el pago, el exportador ya habrá transmitido la titularidad de la mercancía y no la podrá recuperar, por lo que representa una operativa de elevado riesgo.

3. Revisión de literatura

El interés por el funcionamiento, desarrollo y aplicación de la *Blockchain* ha ido en aumento desde la publicación de Nakamoto (2008), tal como podemos observar en la figura 2, pasando de menos de 100 citas anuales en textos académicos entre los años 2009 y 2011, hasta las más de 300.000 citas en el año 2021.



Fuente: <https://app.dimensions.ai>

Exported: April 06, 2022

Criteria: `blockchain` in full data; Publication Year is 2021 or 2020 or 2019 or 2018 or 2017 or 2016 or 2015 or 2014 or 2013 or 2012 or 2011 or 2010 or 2009 or 2008 or 2007.

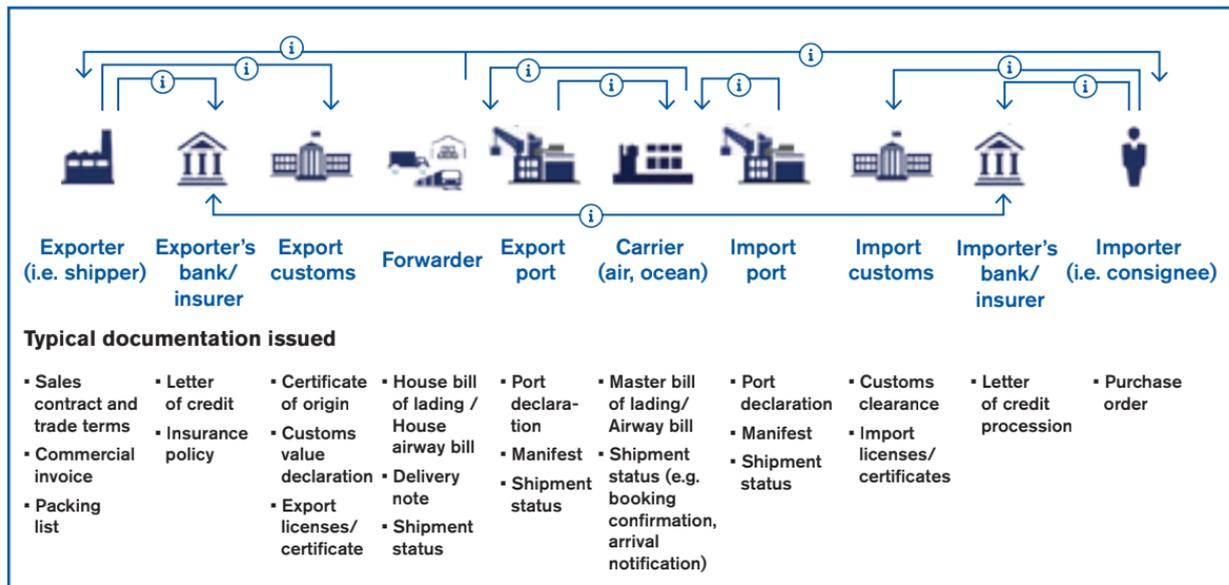
Este interés también ha llegado a importantes instituciones como la World Trade Organization (WTO) con la publicación de *Can Blockchain revolutionize international trade?* (Ganne, 2018), o el European Parliament Research Services (EPRS) con la publicación de *Blockchain for supply chains and international trade* (Copigneaux *et. al.*, 2020).

En ambas publicaciones se abordan las posibles aplicaciones de *Blockchain* y se destacan los varios casos de uso más allá de las criptomonedas, como sería la reducción del papel en el comercio internacional, la gestión de los derechos de propiedad intelectual, el aumento de la transparencia de las cadenas de suministro y la reducción de los costes mediante la automatización de determinados procesos y una mayor coordinación entre las partes.

El comercio internacional requiere de la interacción de múltiples partes además del comprador y vendedor de la mercancía, como serían las empresas de transporte, compañías de seguros, instituciones financieras, empresas de certificación y despachos de aduanas (Collet, 2018).

Este proceso además de involucrar numerosos actores, también requiere de un gran intercambio de información y documentación, la cual puede variar en función de la distancia entre el comprador y el vendedor, la mercancía y el método de pago acordado.

Figura 4



Fuente: Accenture. Ganne (2018). *Can Blockchain revolutionize international trade?*

En relación a los métodos de pago utilizados, el análisis de Ganne para la WTO destaca el uso cada vez menor de las cartas de crédito (*letter of credit*, LC) debido a su elevada complejidad en cuanto a intercambio de documentos e ineficiencias derivadas de la necesidad de coordinar las múltiples partes, así como unos costes elevados de entre el 0,125% y el 1% de la transacción (Copigneaux *et. al.*, 2020). Por contra, se constata un aumento significativo en la utilización del *open account*.

En el artículo *Blockchain in Trade Finance: A Smart Contract-Based Solution* (Blum, 2019), también se hace referencia a la reducción en la utilización de LC y DC, pasando del 50% del comercio internacional al 15% actual (Ganesh y Olson, 2018) a causa de la necesidad de involucrar más de 20 partes y 30 documentos en el proceso (Dietrich, 2018).

Larson (2019) concluye que la aplicación de *blockchain* podría ayudar a modernizar los créditos documentarios y eliminar el intermediario que aporta confianza entre el comprador y el vendedor mediante la utilización de contratos inteligentes. Propone la utilización de giros a la vista para garantizar que la propiedad de la mercancía no pase al comprador hasta haber ordenado el pago.

La publicación de Copigneaux *et. al.* (2020) confirma el potencial de la tecnología *blockchain* en el comercio internacional y la reducción de costes derivada de su implementación, aunque destaca la necesidad de adaptar la legislación y la interoperabilidad entre diferentes regiones para que se pueda implementar a gran escala. También pone de manifiesto algunas barreras de adopción como la reticencia al cambio y la confianza en esta tecnología.

Algunos de los casos en los que se propone aplicar *blockchain* son la creación de mercados descentralizados, emisión de LC, pagos transfronterizos, seguros marítimos, sistemas de seguimiento de mercancía, certificados de origen y veracidad en productos de lujo.

Al observar el desarrollo de aplicaciones *blockchain* en el ámbito financiero del comercio internacional, Koji Takahashi propone en el artículo *Blockchain Technology for Letters of Credit and Escrow Arrangements* (2018) la utilización de una *blockchain* privada en la cual el importador, el exportador, los bancos y compañías de seguro tengan un nodo en la red. Una de las ventajas a destacar sería la sincronización de los nodos en todo momento, lo que reduciría los tiempos de transmisión de información y mejoraría la trazabilidad de la mercancía.

Por contra, Blum (2019) propone la utilización de una *blockchain* pública como Ethereum con el fin de aumentar la transparencia. Este autor también expone el código para ejecutar una carta de crédito, y lleva a cabo un análisis de costes muy detallado. Aunque consideramos su artículo uno de los de mayor valor en cuanto al nivel de desarrollo práctico, requiere de un elevado conocimiento técnico para su implementación.

En caso de que el acceso a esta tecnología fuese proporcionado por una institución, su adopción podría aumentar de forma significativa, aunque por el momento la apertura de créditos documentarios mediante *blockchain* solamente está implementada en las instituciones Bangkok Bank, BNP Paribas, CTBC, HSBC, ING, NatWest, SEB y Standard Chartered (*Al-Amaren et. al.*, 2019).

Los beneficios que destacan *Al-Amaren et. al.* en *The Blockchain Revolution: A Game-Changing in Letter of Credit (L/C)?* serían principalmente la reducción del riesgo de falsificación de documentos, pagos más eficientes, la eliminación de intermediarios, automatización de los pagos y la eliminación de la presentación física de documentos.

Estas conclusiones también son compartidas por Chang *et. al.* (2019) y se destacan las principales mejoras en cinco áreas: transparencia, transmisión de información, trazabilidad, desintermediación y costes.

En el caso de la transparencia, debido a la inmutabilidad de la cadena y el registro de todas las transacciones, resulta más sencillo la realización de auditorías.

La transmisión de la información se agiliza gracias al acceso en tiempo real por parte de todos los nodos (transportistas, bancos, exportador e importador) y se pueden automatizar procesos gracias a la aplicación de contratos inteligentes.

La trazabilidad de la información no requiere de interacciones entre las partes, ya que toda la información se publica en la *blockchain* reduciendo los tiempos de espera entre las partes para notificar un evento, por ejemplo el embarque de la mercancía o la recepción de los documentos.

En el área de la desintermediación, *Al-Amaren et. al.* (2019) proponen la eliminación de ciertos intermediarios al requerir menos procesos de validación y certificación, acelerando así los plazos de las operaciones de comercio internacional.

La reducción de costes está principalmente justificada por la reducción de proveedores de servicios centralizados e intermediarios, así como un menor uso de documentos en formato papel y aumentos en la velocidad de transferencia de la información entre las partes.

Aunque existe consenso en que la aplicación de *blockchain* podría aportar mejoras en diferentes ámbitos del comercio internacional, existen algunas limitaciones que justifican que su utilización sea limitada.

Por una parte, en caso de utilizar una red pública como Ethereum el proceso puede resultar complejo, requiere de un conocimiento técnico elevado para revisar el código e implementarlo y presenta el problema de la irreversibilidad en las operaciones (Blum, 2019).

Aunque se podría utilizar una blockchain privada implementada por organismos que aporten seguridad, Collet (2018) destaca algunos problemas como la necesidad de crear un consenso global, la falta de estandarización en los procesos, el miedo al cambio y el impacto legal en relación al tratamiento de los contratos inteligentes.

4. Metodología

La metodología utilizada para determinar si *blockchain* presenta ventajas frente a las herramientas utilizadas actualmente en el comercio internacional a través de instituciones financieras parte de un análisis cuantitativo, cuyos resultados se validan a partir de la revisión de literatura y estudios de caso llevados a cabo por instituciones financieras.

Con el objetivo de analizar los costes actuales en los que incurren los agentes involucrados en una operación de comercio internacional y los costes de utilizar las alternativas que proporciona la cadena de bloques y los contratos inteligentes, se realiza una comparativa de cada uno de los métodos de pago utilizados en el comercio internacional.

Por otro lado, evaluamos aspectos cualitativos como la seguridad y la transparencia para las partes implicadas en una operación de comercio internacional mediante la revisión de distintos casos de uso y analizamos la implementación actual de *blockchain* en el comercio internacional.

Para realizar la comparativa de costes, en primer lugar se determina cuáles son aquellos que actualmente asumen las partes involucradas. La muestra utilizada está formada por 18 bancos de relevancia en operaciones de comercio internacional, y consta de créditos documentarios de importación, remesas documentarias, pago por adelantado y a plazo.

La selección de entidades se ha realizado con el objetivo de representar las diferentes regiones del mundo, y se han ponderado los costes en relación al tráfico importador, obtenido a partir de la cantidad de mensajes MT700² emitidos. Siendo la representación de los bancos de Asia-Pacífico el 66,65%, los de Europa el 18,64%, Medio Oriente el 7,02%, África el 4,14% y América el 3,54% (ICC, 2020).

Para poder realizar la comparativa con la alternativa de utilizar *blockchain*, hemos analizado diferentes cadenas de bloques para determinar la eficiencia de cada una de ellas y ver su utilidad en el comercio internacional.

Las variables que hemos tenido en cuenta para determinar su eficiencia son la capacidad de la red, medida en transacciones por segundo, el tiempo de creación de bloques, las comisiones por transacción, el mecanismo de consenso utilizado y la transparencia (pública/privada).

Una vez determinada la cadena de bloques que nos proporciona una mayor cantidad de ventajas, procederemos a determinar qué costes asumirán el comprador y el vendedor en caso de utilizar *blockchain* para una transferencia (pago por adelantado y a plazo), un crédito documentario y una remesa documentaria aplicando contratos inteligentes. Para determinar dichos costes elaboramos un contrato inteligente para una carta de crédito programada en Solidity y emitido en la *testnet* de Ethereum.

Con el objetivo de aportar nuevo conocimiento al campo de estudio, elaboramos un contrato inteligente y lo publicamos en la *blockchain* pública Ethereum.

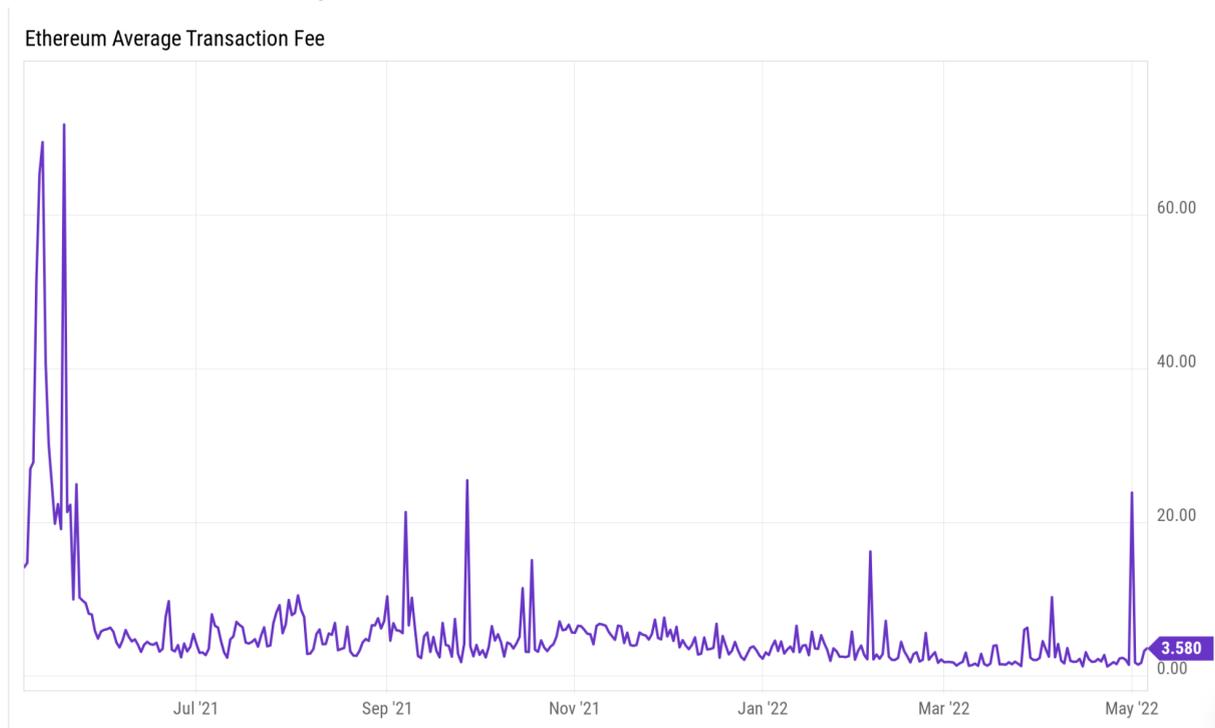
² MT700 hace referencia al código SWIFT utilizado para la apertura de créditos documentarios.

Finalmente, se analizan las implicaciones que tendría la utilización de *blockchain* en el comercio internacional en función de diferentes grados de adopción, para lo que hemos utilizado los datos proporcionados por SWIFT para determinar la utilización de cada una de las herramientas a partir de los códigos utilizados entre los bancos para transmitir los mensajes.

Una de las limitaciones encontradas para realizar el análisis es la dificultad para acceder a los datos de las entidades bancarias, así como la cantidad y características de los mensajes SWIFT emitidos entre ellas. Para el caso de *blockchain*, no nos encontramos con este problema, ya que las transacciones quedan registradas en la red junto a una gran cantidad de información como fecha, cuenta de origen y destino, importe de la transacción, comisión pagada, tiempo de confirmación y número de bloque.

Para el cálculo de las comisiones por transacción en *blockchain*, hemos elaborado un promedio de la comisión media diaria entre mayo de 2021 y mayo de 2022, reduciendo así el sesgo de la muestra debido a la elevada volatilidad de las comisiones pagadas por transacción:

Figura 5: Comisión media diaria Ethereum (USD)



Fuente: YCharts. URL (ycharts.com/indicators)

5. Resultados

A partir del análisis realizado (Anexo 1) de 18 entidades financieras seleccionadas para determinar los costes actuales, hemos obtenido los siguientes resultados:

Tabla 1

Región	Coste medio por 100.000 USD		
	Transferencia	LC (3 meses)	DC
África	10	929,48	250,00
Asia-Pacífico	11,42	418,54	137,03
Medio Oriente	48,65	599,09	395,42
Europa	60,42	542,00	425,00
América	50,41	320,17	110,91
Coste medio ponderado	24,49	471,86	212,58

Fuente: Elaborado por el autor.

En base a las ponderaciones asignadas a cada región, el coste medio para una transferencia internacional de 100.000 dólares americanos sería de 24,49 USD; 471,86 USD para una carta de crédito, y 212,58 USD para una remesa documentaria.

Vemos por tanto que una transferencia internacional representa un coste del 0,02% del importe transferido, mientras que una carta de crédito nos costaría un 0,47% y la remesa documentaria un 0,21%.

Los resultados obtenidos están en línea con los costes descritos por Blum (2019), a partir del análisis de tres instituciones financieras europeas, y Copigneaux *et. al.* (2020) para la emisión de un crédito documentario, lo que confirma la tendencia descrita de una reducción en la utilización de créditos documentarios en favor de pagos por adelantado o a plazo sin garantías adicionales proporcionadas por una parte intermediaria.

En relación a estos resultados, deberíamos matizar que no hemos tenido en cuenta los costes por modificaciones y discrepancias en los documentos (aunque están incluidos en el Anexo 1), suponiendo que el comprador y el vendedor no realizan ninguna modificación posterior a la emisión del crédito documentario y se presentan todos los documentos sin discrepancias. En caso de que se produjese alguna modificación o existiesen discrepancias, los costes de la operación aumentarían de forma significativa.

En relación a los resultados obtenidos para la alternativa de utilizar *blockchain* (Tabla 2), hemos analizado cuatro redes públicas y una privada. En el caso de las cadenas de bloques públicas, las transacciones por segundo y el tiempo por bloque nos indican la capacidad

para soportar un elevado tráfico y el tiempo necesario para confirmar las transacciones. A mayor capacidad de transacciones por segundo y menor tiempo por bloque, la *blockchain* permite un mayor flujo de transacciones y un menor tiempo de espera para que se considere que la transacción está confirmada.

Tabla 2

Blockchain	Tx/segundo	Comisión/ transacción (USD)	Tiempo por bloque (segundos)	Mecanismo de consenso	Propiedad
Bitcoin	3,3	3,190	600	Proof of Work	Pública
Ethereum	13,2	5,769	13,5	Proof of Work	Pública
Cardano	250	0,383	20	Proof of Stake	Pública
Cosmos	1000	0,067	6	Proof of Stake	Pública
Hyperledger Fabric	20000	0	Variable	Variable	Privada

Fuente: Elaborado por el autor.

Vemos como en el caso de Bitcoin la capacidad de procesar transacciones es bastante limitada, por lo que su uso a gran escala no sería eficiente y supondría unos costes de transacción más elevados frente a otras *blockchain*. El tiempo de confirmación de los bloques está alrededor de los 10 minutos, lo que daría lugar a tiempos de espera más largos frente a otras cadenas para verificar que una transacción ha sido añadida a la red.

En el caso de Ethereum, vemos como la capacidad de procesar transacciones y el tiempo de confirmación de los bloques mejora significativamente el rendimiento de la red de Bitcoin, sin embargo, debido a su elevada actividad y la gran cantidad de contratos inteligentes existentes en la red, las comisiones de transacción siguen siendo elevadas.

La elevada popularidad de Ethereum se debe a que fue la red pionera en la introducción de contratos inteligentes mediante la Ethereum Virtual Machine (EVM) y el lenguaje de programación de código abierto y elevada flexibilidad Solidity.

Por otro lado, la red de Cardano mejora de forma significativa los costes y la capacidad de procesar transacciones por segundo, aunque el tiempo de confirmación de los bloques es mayor que en el caso de Ethereum.

Finalmente, de las cadenas públicas analizadas, destacamos la eficiencia de Cosmos por su elevada capacidad de procesar transacciones, sus reducidos costes de transacción y la rápida confirmación de los bloques, lo que agiliza el trabajo realizado en sus *blockchain* y las consideraríamos las más eficientes.

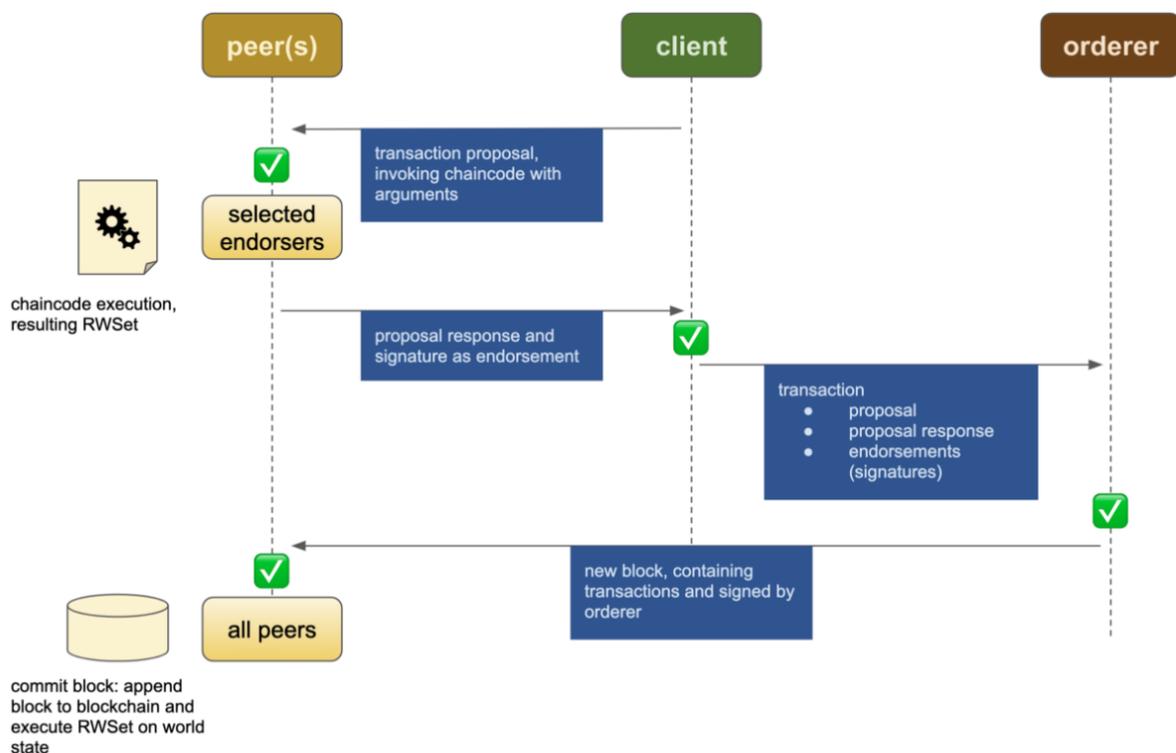
El hecho de que sean públicas permiten una mayor transparencia y la capacidad de auditar y realizar un seguimiento de las transacciones realizadas. Sin embargo, para determinados

propósitos esto se podría ver como un aspecto negativo al proporcionar una menor privacidad para los usuarios.

Para el caso de la red privada Hyperledger Fabric, su funcionamiento difiere de las *blockchain* analizadas previamente debido a que permite la creación de cadenas privadas solamente accesibles para nodos autorizados. Este proyecto ha sido desarrollado por la Linux Foundation con aportaciones destacables por parte de IBM, Intel o Sap, con el objetivo de crear un entorno colaborativo y de código abierto (Roy, 2020).

Para ejecutar una transacción, el emisor (client) traslada la solicitud a los nodos encargados de aprobarlas (peers), los cuales han sido predefinidos durante la creación de la red. Si estos la consideran correcta, devuelven un mensaje de aceptación al emisor y éste lo traslada a la parte encargada de la creación de bloques (orderer) para que la transmita a la red.

Figura 6: Transacción en Hyperledger Fabric



Fuente: Tam (2019). *Transactions in Hyperledger Fabric*.

Hyperledger Fabric permite una elevada flexibilidad en sus mecanismos de consenso, y aunque no expondremos cada uno de ellos, todos tienen el objetivo de garantizar en todo momento la seguridad de la red y pueden ser consultados en el artículo *Hyperledger Architecture, Volumen 1* (Hyperledger, 2017). En relación a los bloques, estos también son flexibles en cuanto a su tamaño y tiempo de generación.

Tal como hemos visto, la red privada Hyperledger Fabric permite adaptar su funcionamiento a las necesidades del proyecto o las empresas involucradas, lo que daría lugar a mejoras de eficiencia en relación con los costes y tiempo de procesamiento.

Sin embargo, su opacidad podría suponer un impedimento en caso de la necesidad de realizar auditorías o el seguimiento de las transacciones por parte de aquellos que no estén autorizados a participar en la red. Además, requiere de la confianza en alguna institución que garantice la validez de las transacciones.

Algunos casos de uso en los que sería interesante utilizar una red privada frente a una pública sería para la gestión de registros médicos o información gubernamental.

Una vez expuestos los principales resultados obtenidos en nuestro análisis de costes, procedemos a comparar la eficiencia de las diferentes alternativas en cada una de las herramientas más utilizadas en el comercio internacional.

5.1 Alternativas de pago por adelantado y a plazo.

Hemos incluido el pago por adelantado y a plazo en una misma sección, ya que los costes de emisión de una transferencia son los mismos para cada una de las alternativas, aunque no los riesgos asumidos por parte del comprador y el vendedor, tal como hemos expuesto en los conceptos preliminares el pago por adelantado supone un riesgo mínimo para el exportador, mientras que el pago a plazo representa el menor riesgo para el importador.

Para una operación de 100.000 USD, hemos obtenido un coste medio de transacción de 24,49 USD utilizando el sistema financiero tradicional, que supondría un 0,02% del importe nominal de la operación para el importador.

Si comparamos estos costes con la alternativa de utilizar *blockchain*, vemos como incluso la utilización de las cadenas de bloques con mayores costes de transacción como Bitcoin o Ethereum suponen una reducción significativa para el comprador, representado el gasto financiero un 0,003% en el caso de Bitcoin y 0,005% para Ethereum. Si utilizamos una *blockchain* como Cosmos el coste es cercano a cero.

Sin embargo, debemos tener en cuenta otros aspectos como serían la seguridad, la estabilidad y la velocidad de la transacción.

En relación a la velocidad de transacción, una transferencia internacional utilizando el sistema SWIFT tarda una media de entre 3 y 5 días (Díaz 2017) en función de la distancia entre la entidad bancaria emisora y la receptora, ya que no todos los bancos tienen conexión directa y necesitan de la utilización de intermediarios.

La utilización de *blockchain* proporciona una ventaja significativa en este aspecto, ya que incluso en aquellas con mayores tiempos de confirmación, la transferencia no debería demorarse más de diez minutos. En caso de utilizar las cadenas de bloques más rápidas, debido a su capacidad de procesar un mayor número de transacciones por segundo, la transferencia se realiza en unos pocos segundos.

Esto supone agilizar de forma significativa los pagos en el comercio internacional, reduciendo así los tiempos de espera por parte del comprador, ya que en algunos casos el productor no pone en marcha el pedido hasta haber recibido el nominal de la operación.

Para los pagos a plazo, supone reducir las necesidades de financiación para el exportador, ya que gana entre 3 y 5 días, por lo que para aquellas empresas que trabajan con necesidades financieras elevadas de circulante supone un beneficio indirecto al reducir los gastos financieros en los que incurrirán.

En cuanto a la estabilidad y la seguridad, una de las mayores críticas que ha recibido *blockchain* se ha basado en el hecho de que las divisas digitales presentan una elevada volatilidad.

Sin embargo, el desarrollo del sector ha dado lugar al surgimiento de divisas ligadas al dólar americano con una paridad 1:1 como por ejemplo Tether (USDT) en la cadena de bloques de Ethereum. Aunque podríamos discutir la fiabilidad de las divisas digitales estables, ya que se basan en el respaldo al cien por cien mediante reservas de dólares y productos financieros equivalentes, la realización de auditorías periódicas podría eliminar esta incertidumbre.

La utilización de divisas digitales estables o la futura emisión por parte de los Bancos Centrales de divisas digitales (CBDC, Central Bank Digital Currency) daría lugar a una estabilidad total en el precio, lo que consideramos imprescindible para la adopción a gran escala de esta alternativa en el comercio internacional.

5.2 Alternativas en carta de crédito

Para la utilización de una carta de crédito en una operación de comercio internacional, vemos como los costes aumentan de forma significativa respecto a los pagos por adelantado o a plazo, con un promedio del 0,47% del nominal de la transacción.

En el caso de las cartas de crédito emitidas en América estos costes son ligeramente inferiores, representando un 0,32% del nominal, y obtenemos los valores máximos en aquellas emitidas desde África con valores promedios del 0,92%.

Además de los costes, debemos tener en cuenta la eficiencia y los tiempos de procesamiento, ya que debido a la interacción de números partes y la necesidad de presentar documentos en formato físico, el tiempo para llevar a cabo la operación puede demorar en procedimientos que no aportan valor añadido y se podrían reducir mediante la aplicación de *blockchain* o sistemas de verificación digital.

El procedimiento actual para llevar a cabo una carta de crédito se inicia con el contrato entre el comprador y el vendedor sobre diferentes aspectos relacionados con las características de la mercancía, plazos, condiciones de pago y modalidad de transporte.

Una vez el importador solicita la emisión del crédito a su banco, este revisa la solicitud junto con el contrato o la factura del proveedor y emite el crédito a favor del exportador enviando una confirmación mediante un mensaje SWIFT MT700 al banco del proveedor.

El banco de la parte exportadora informa a su cliente de la emisión de una carta de crédito a su favor para que este prepare el envío de la mercancía en los plazos estipulados. Una vez

el exportador ha realizado el envío traslada toda la documentación (documentación aduanera, documentos de transporte y certificado de origen) a su banco para que la revise.

Una vez revisada, el banco de la parte exportadora informa a su cliente de si existen o no discrepancias respecto a las condiciones del crédito y envía los documentos al banco emisor.

Tras la revisión de los documentos por parte del banco de la parte importadora, este comunica a su cliente la recepción de los documentos e informa sobre si existen o no discrepancias. En caso de no existir discrepancias, comunica al banco del exportador la conformidad y se realiza el pago en la fecha establecida. En caso de existencia de discrepancias, es el importador quien debe decidir si las acepta, lo que le permitirá el traspaso de la titularidad de la mercancía y le compromete al pago, o las rechaza, anulando así la conformidad con el traspaso de la titularidad de la mercancía y la realización del pago.

Actualmente, la revisión de los documentos por parte de las entidades financieras se realiza de forma manual en los departamentos de comercio exterior y puede demorar hasta cinco días. Además, debemos tener en cuenta el tiempo que transcurre en las comunicaciones entre las entidades y sus respectivos clientes.

Una de las alternativas enfocadas a agilizar los tiempos de espera, automatizar parte de los procesos, mejorar la transparencia y reducir los intermediarios sería la utilización de contratos inteligentes emitidos en *blockchain*.

Debido a que una de las ventajas de las cartas de crédito es la garantía de cobro para la parte exportadora, consideramos que sigue siendo necesaria la participación de al menos un intermediario en el proceso. En este caso, sería la entidad que tras el estudio de la solvencia y valoración del riesgo de su cliente (importador) garantiza el cobro al exportador.

En caso de utilizar un contrato inteligente, tras el acuerdo comercial entre comprador y vendedor (1), este podría ser emitido por el intermediario previa solicitud del importador (2), tras la revisión de las condiciones de la carta de crédito y comprobar que se ajusta al riesgo que el banco quiere asumir con su cliente. La entidad financiera emite el contrato inteligente (3) y se notifica al exportador (4). La emisión por parte del intermediario elimina la necesidad de tener conocimiento técnico y de programación en *blockchain* para el resto de partes involucradas en la operación.

Una vez el exportador ha sido notificado de la emisión del crédito, procede a realizar el envío de la mercancía (5) y la documentación se envía a la *blockchain* dentro del plazo establecido (6). Tanto las empresas de transporte involucradas como los despachos de aduana deberían procesar la documentación en formato digital. Una vez dichas empresas reciben el encargo, son informadas del hash o código único del contrato donde deben enviar la información.

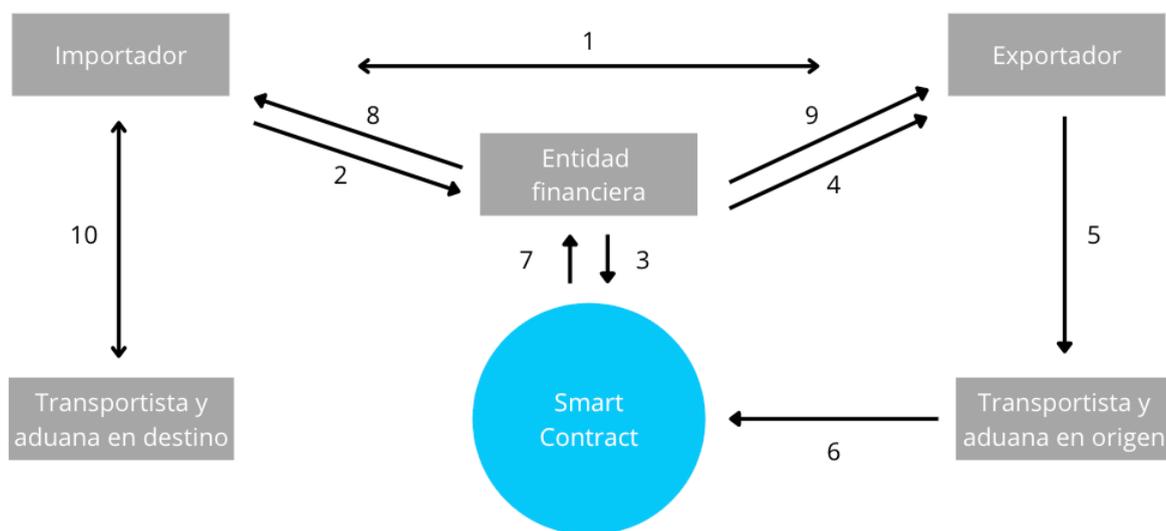
La documentación aportada por parte de las empresas de transporte y aduanas es revisada por el intermediario para determinar si existen o no discrepancias (7).

En caso que no existan discrepancias, el banco traspasa la titularidad de la mercancía al importador para que este pueda retirarla físicamente (8) y procede a realizar el pago al exportador (9).

En caso de existir discrepancias, el importador puede aceptarlas, con lo que el intermediario realiza el pago al exportador y el importador procede a retirar la mercancía, o puede no aceptarlas, anulando así el pago y no haciéndose cargo de la mercancía.

Finalmente, el importador informa a su transportista del hash del contrato inteligente para que pueda comprobar que la mercancía es suya y este procede a realizar el transporte y despacho de aduanas en destino.

Figura 7: Carta de crédito mediante contrato inteligente



Fuente: Elaborado por el autor.

Previo análisis de costes, procedemos a detallar las mejoras reales en términos de eficiencia frente a la utilización de una carta de crédito utilizando el tradicional sistema SWIFT.

En primer lugar, el acuerdo comercial entre comprador y vendedor no presenta ninguna diferencia. La solicitud de emisión del contrato inteligente frente a la solicitud de emisión de un crédito documentario tampoco presenta ninguna mejora, ya que la solicitud se transmite a la entidad financiera con la misma información y requiere de la aceptación de esta tras la revisión.

Tras la revisión de la entidad financiera, esta emite el contrato inteligente de una manera similar a la emisión de un mensaje SWIFT MT700, sin embargo, en lugar de interactuar con otra entidad financiera, se notifica directamente al exportador a través de *blockchain*, por lo que reducimos un intermediario y tiempos de espera en la transmisión de la información.

Posteriormente, el envío de la mercancía se realiza de la misma manera que mediante una carta de crédito tradicional, pero la transmisión de la información de nuevo se realiza en un menor tiempo. En lugar de que el transportista traspase los documentos a su cliente, y este al banco exportador, para que éste los envíe al banco del importador, el transportista envía los documentos directamente al contrato inteligente, y todas las partes involucradas pueden consultarlo en tiempo real.

Una vez la entidad financiera tiene acceso a la documentación, la revisión se realizaría de forma manual por parte de su departamento de comercio exterior. En este punto, la documentación no es revisada por dos entidades (banco emisor y banco receptor), por lo que reducimos el tiempo de espera que tardaría el banco receptor en revisar la información.

Cuando la documentación ha sido revisada, en caso de que no haya discrepancias o sean aceptadas por el importador, la documentación es accesible en el mismo instante y el pago se realiza automáticamente al exportador o en el plazo establecido en función de las condiciones del contrato inteligente. De nuevo, obtenemos una mejora de eficiencia en los tiempos de transmisión de la documentación, ya que esta no necesita ser enviada en formato físico ni firmada manualmente por la entidad financiera.

Finalmente, para la realización del despacho de aduanas, el importador no debe enviar la información a su transportista para que este la lleve en formato físico, sino que simplemente informa del código o hash del contrato inteligente para que pueda ser comprobada la titularidad de la mercancía y retirada en aduanas.

Aunque los tiempos de espera pueden variar en función de las entidades financieras utilizadas y las características de la operación comercial, una primera aproximación nos ofrece información sobre la reducción en los tiempos de espera.

Suponemos que entre la solicitud y la emisión de la carta de crédito transcurren dos días, un mínimo de un día para comunicarlo al banco receptor y otro día para que este lo comunique a su cliente. Tras el envío, el exportador debe recoger la documentación y transmitirla a su banco, lo cual podría demorar unos dos días.

Consideramos que la revisión de la documentación por parte del banco receptor son tres días y este la envía inmediatamente al banco emisor. Este, tardará otros tres días y comunicará a su cliente (importador) la existencia o no de discrepancias. Al día siguiente, el importador comunica al banco su conformidad y posteriormente se realiza el pago. Para la recepción de la documentación en formato físico por parte del importador transcurre otro día y en caso que la envíe inmediatamente al transportista tenemos un total de 14 días con una estimación optimista.

En caso de utilizar un contrato inteligente, la eliminación del banco receptor y el acceso automático a los documentos por parte del banco emisor, reduce los tiempos a 9 días, suponiendo una mejora de eficiencia del 35%. Teniendo en cuenta que las cartas de crédito representan el 15% del volumen del comercio internacional (IMF, 2020), esta reducción en los tiempos de espera supone una mejora significativa y contribuye a agilizar las operaciones de comercio internacional.

Una vez analizadas las mejoras de eficiencia derivadas de la utilización de *blockchain*, nos proponemos estudiar los costes que tendría llevar a cabo mediante una *blockchain* pública frente a una privada.

En el caso de utilizar una *blockchain* privada como Hyperledger Fabric, la utilización de la cadena de bloques y las interacciones con esta no tienen un coste asociado al ser de código abierto, sin embargo la entidad financiera que suministra el servicio incurre en costes como el pago de los servidores y el personal necesario para emitir los contratos inteligentes y revisar la información. Aunque no podemos determinar de manera fiable los costes exactos que la entidad repercutirá a su cliente, la reducción de un intermediario en el proceso, el menor tiempo de procesamiento y las mejoras en la transmisión de la información nos llevan a pensar que obtendremos unos costes menores a los actuales. Dentro de la actual estructura de costes, las entidades financieras repercuten las comunicaciones SWIFT entre entidades a sus clientes así como un porcentaje en función de la duración de la carta de crédito, ya que a mayor tiempo de procesamiento, el banco asume un mayor riesgo con su cliente.

Desde el punto de vista de los costes de transporte, IBM calcula una reducción de un 15% en caso de realizar la transmisión de la información en formato digital (Allison, 2017).

En caso de utilizar una *blockchain* pública, sí que existen costes asociados y dependerán de variables como la congestión de la red y la complejidad del contrato inteligente. A diferencia de los pagos por adelantado o a plazos, en los que solamente se requiere realizar una transacción en *blockchain*, para la carta de crédito necesitamos realizar diversas transacciones tal como veremos en el caso práctico.

5.2.1 Caso práctico

Con el objetivo de determinar los costes exactos en los que incurrimos llevando a cabo una operación de comercio internacional mediante carta de crédito, hemos elaborado el código que adjuntamos en el Anexo 2, programado en Solidity y emitido a la *testnet* de Ethereum Rinkeby. En caso de utilizar el mismo código en otras cadenas de bloques con mayor capacidad, los costes se reducen de forma significativa llegando a acercarse a cero.

El contrato puede ser consultado en rinkeby.etherscan.io/ con el hash de transacción:

0x7362d3E856184A63f792eBCa18f766119a8Ca686

Hemos asignado una clave pública para la entidad financiera (0xbe21574d69aad94f4db2305c71478de7dd709fdf) y otra para el exportador (0x1302Ef05E97a9fC74ECD99136abF98A612d10Fdd).

La consulta sobre el estado de la carta de crédito así como la cantidad de documentos aportados y las claves de los participantes puede consultarse de forma pública. Sin embargo, solamente pueden interactuar con el contrato el exportador para aportar documentación y la entidad financiera para validarla.

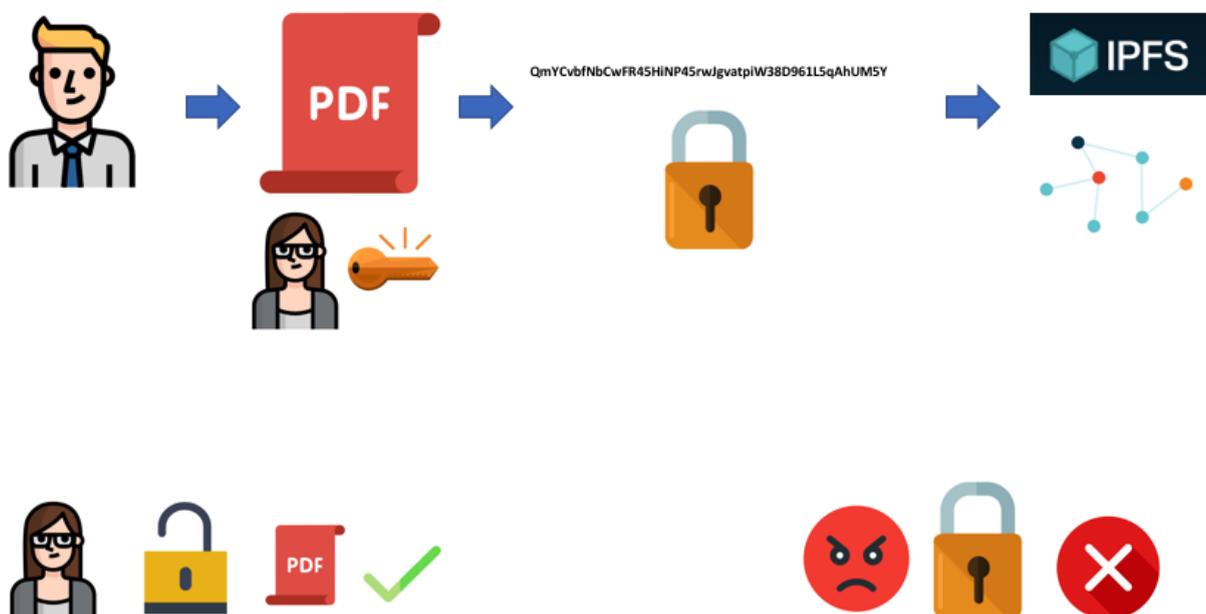
La consulta del contrato muestra cuatro transacciones. La primera consiste en la emisión del contrato inteligente por parte de la entidad financiera. La segunda y la tercera muestran el envío de documentación por parte del exportador y la validación de dicha documentación. Finalmente, la entidad financiera valida el crédito documentario.

El código elaborado permite la emisión por parte de la entidad financiera especificando la cuenta del exportador y el hash que almacenará los documentos encriptados para garantizar la privacidad tanto para el importador como para el exportador.

Debido al elevado coste computacional que tendría publicar los documentos directamente en *blockchain* y la falta de privacidad, ya que cualquier usuario los podrá consultar conociendo el hash, el procedimiento que utilizamos consiste en encriptar los documentos para que solamente puedan ser consultados por los participantes de la operación mediante el protocolo IPFS.

Este protocolo permite que el exportador publique los documentos habilitando su consulta únicamente a la entidad financiera que actúa como intermediario asignando su clave pública. La entidad financiera tiene acceso a los documentos, ya que podrá consultarlos con su clave pública más la clave privada. Por contra, cualquier otro usuario no tendrá acceso al no disponer de la clave privada que permite firmar la consulta.

Figura 8: Transmisión de documentos mediante IPFS



Fuente: Coral Health. *Learn to securely share files on the blockchain with IPFS!*

La emisión del contrato tiene un coste de 694.585 unidades de gas, lo que es significativamente superior a las 21.000 unidades de gas necesarias para realizar una sencilla transferencia en la red de Ethereum.

A fecha 24 de mayo de 2022, el precio de gas medio en red de Ethereum se sitúa en 15 Gwei, por lo que la emisión del contrato supondría un coste de 10.418.775 Gwei (0,010418775 ETH). A un precio de Ethereum en 2.000 USD, la entidad financiera asumiría un coste de 20,83 USD.

Una vez el contrato ha sido emitido, solamente el exportador puede añadir al contrato el hash que contiene los documentos encriptados para que posteriormente el banco los compruebe y valide en caso que sean correctos. Este procedimiento tendría un coste final de 3,67 USD.

Cuando los documentos han sido validados por la entidad financiera que actúa como intermediario, modifica el estado del crédito para que el importador pueda retirar la mercancía. El coste sería de 0,88 USD.

Mediante este caso práctico, vemos como los costes totales asociados en caso de llevarse a cabo en la red pública de Ethereum ascienden a 25,38 USD, lo que supone una reducción del 94,62% respecto a los costes asumidos por parte del importador en la actualidad.

Sin embargo, dos matices son requeridos. El primero es que no hemos incluido las comisiones de la entidad financiera, las cuales no podemos determinar de antemano. En segundo lugar, los costes pueden acercarse a cero en caso de utilizar cadenas de bloques como Cosmos, lo que representaría una ventaja significativa para las entidades financieras y menores costes repercutidos a las empresas.

5.3 Alternativas ante remesas documentarias

La última herramienta para la que analizamos las posibles alternativas utilizando blockchain es la remesa documentaria.

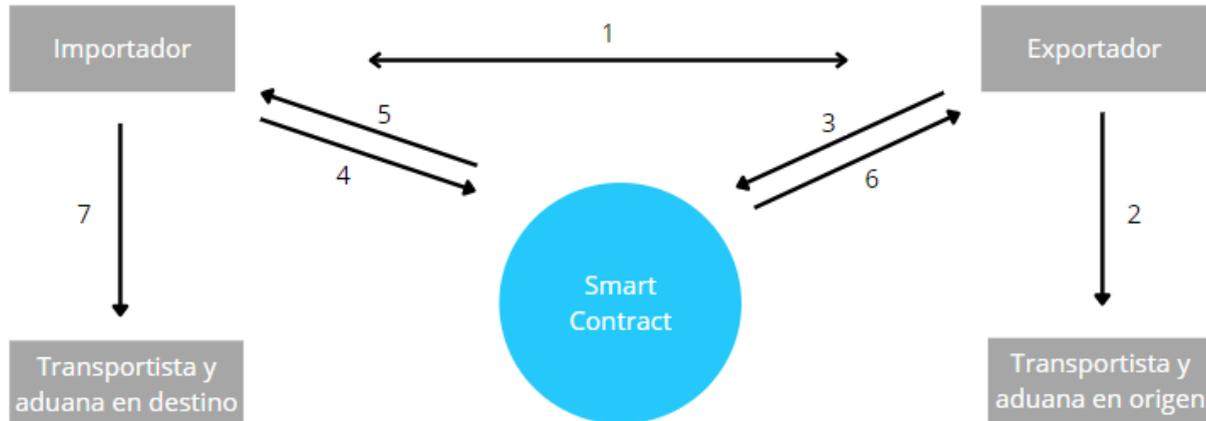
En las remesas documentarias, la entidad financiera no garantiza el pago al exportador, sino que actúa como intermediario y entrega los documentos una vez ha recibido los fondos en la modalidad *payment against documents* (D/P) o realiza el pago en una fecha posterior en caso de utilizar la modalidad *documents against acceptance* (D/A).

A diferencia de las carta de crédito, para las remesas documentarias podemos eliminar los intermediarios mediante la utilización de un contrato inteligente. La operación empieza con un contrato comercial entre el importador y el exportador (1). Una vez se ha realizado el envío (2), el exportador envía los documentos encriptados al contrato inteligente (3).

Para tener acceso a los documentos, el importador debe ingresar los fondos (4). Con el objetivo de garantizar que los documentos son correctos, el importador los revisa (5) y valida para que los fondos se transfieran al exportador (6).

Una vez el contrato inteligente ha quedado validado, el importador puede acceder a la mercancía facilitando a su transportista además de los documentos de transporte en origen, aduana y certificado de origen, el hash de la transacción para justificar la titularidad de la mercancía (7).

Figura 9: Remesa documentaria mediante contrato inteligente



Fuente: Elaborado por el autor.

Mediante la alternativa propuesta, desde el punto de vista de los costes, estos son claramente inferiores a los 212,58 USD que asume el exportador en la actualidad utilizando entidades financieras que actúan como intermediarios. El coste de emitir e interactuar con el contrato en *blockchain* son cercanos a cero en caso de utilizar una cadena de bloques con capacidad de procesar una cantidad elevada de transacciones.

Teniendo en cuenta que volumen del comercio internacional se situó en los 28,5 billones de USD para el año 2021 (UNCTAD, 2022) y el 1,7% de las operaciones se llevan a cabo mediante remesas documentarias (Niepmann *et. al*, 2016), la reducción de costes supondría un ahorro cercano a los 864 millones de dólares anuales.

Desde el punto de vista de los tiempos de procesamiento, seguridad y transparencia, vemos como el tiempo de procesamiento se reduce al simplificar la transmisión de la información y eliminar ambas entidades financieras que actuaban como intermediarios para el exportador y el importador.

La seguridad de cobro para la parte exportadora no se ve perjudicada mediante el mecanismo propuesto, ya que el importador solamente tendrá acceso a la mercancía en caso de depositar los fondos de antemano. Por lo que respecta al importador, este debe validar los documentos para que se realice el pago, por lo que se evita el riesgo de falsificación documental.

Este proceso garantiza la transparencia a lo largo del proceso ya que los datos se publican en *blockchain* sin comprometer la privacidad de los documentos, los cuales se encriptan y transmiten a través del protocolo IPFS expuesto en el caso práctico de la carta de crédito.

A pesar de las ventajas que proporciona la utilización de un contrato inteligente para las remesas documentarias, actualmente requiere de ciertos conocimientos técnicos que podrían dificultar el proceso para la mayor parte de las empresas respecto a utilizar una entidad financiera. Consideramos que haría falta el desarrollo de una plataforma que permitiese la utilización de la alternativa propuesta a gran escala y que su éxito dependería en gran medida del efecto de red y la cantidad de empresas dispuestas a participar en el mecanismo a través de *blockchain*.

6. Conclusiones

A partir del análisis cuantitativo realizado que considera las diferentes herramientas utilizadas actualmente en el comercio internacional frente a las alternativas propuestas, obtenemos unos resultados que nos permiten destacar una serie de ventajas en la utilización de *blockchain* frente a los sistemas actuales a través del sistema SWIFT, aunque presentan algunas limitaciones que describimos a continuación.

En primer lugar, en aquellas operaciones llevadas a cabo mediante pago por adelantado o pago a plazo, la utilización de *blockchain* presenta una reducción de costes muy significativa. Para cadenas de bloques con una capacidad de procesar transacciones limitada como Bitcoin o Ethereum los costes se reducen en un 75%, en caso de utilizar cadenas de bloques más eficientes en cuanto al número de transacciones por segundo y velocidad de confirmación, los costes son cercanos a cero.

Desde el punto de vista de la eficiencia, constatamos una reducción de los tiempos frente a realizar transferencias internacionales utilizando el sistema SWIFT, ya que mientras que en la actualidad los pagos se procesan entre 3 y 5 días, la utilización de *blockchain* puede reducir la espera a tiempos inferiores a un minuto. La desventaja de la falta de estabilidad en la cotización se puede solventar mediante la utilización de monedas estables respaldadas por dinero emitido por los bancos centrales o el futuro desarrollo de monedas digitales emitidas por los Bancos Centrales (Central Bank Digital Currency, CBDC).

Concluimos que la utilización de *blockchain* en estos mecanismos de pago presenta ventajas significativas frente al sistema SWIFT y no requiere de un conocimiento técnico avanzado por parte de las empresas. Sin embargo, la adopción masiva y el alcance de un determinado efecto de red son aspectos indispensables.

En relación a las cartas de crédito, que actualmente representan el 15% del volumen de las operaciones de comercio internacional (IMF, 2020), concluimos que sería posible la eliminación de parte de los intermediarios y una reducción cercana al 35% en los tiempos de espera mediante la utilización de contratos inteligentes programados en *blockchain*.

Los costes se reducen de forma significativa, pasando de los 471,86 USD de media que actualmente cuesta una operación de comercio internacional con un valor de 100.000 USD mediante un crédito documentario a los 25,83 USD que costaría llevarla a cabo mediante el contrato inteligente que hemos desarrollado e implementado en la red de pruebas de Ethereum Rinkeby. Aunque no podemos determinar el porcentaje exacto de la reducción al ser necesaria la participación de un agente que actúe como intermediario y desconocemos las comisiones que aplicaría, si nos basamos en la operación llevada a cabo por HSBC en 2018 en la intermediación de un envío de soja de Argentina a Malasia utilizando *blockchain*, los costes se reducen en un 31%.

Para el caso de las cartas de crédito, a partir de la observación de diversos proyectos llevados a cabo por entidades financieras utilizando la tecnología *blockchain* como serían la plataforma HSBC FX-Everywhere, o el proyecto We Trade en el cual colaboran actualmente 17 entidades entre las cuales encontramos CaixaBank, Banco Santander o Deutsche Bank,

consideramos que la adopción de la tecnología *blockchain* en las operaciones de comercio internacional estará respaldada por importantes entidades financieras.

La emisión de contratos inteligentes requiere de cierto conocimiento informático, por lo que consideramos necesaria la creación de plataformas sencillas de utilizar por parte de las entidades financieras que proporcionen confianza a las partes involucradas. Anticipamos una cierta reducción de costes y mejoras significativas en cuanto a la eficiencia y la reducción de los tiempos de procesamiento de la documentación en las operaciones llevadas a cabo mediante cartas de crédito en caso de que se sigan desarrollando proyectos en este campo.

Para el caso de las remesas documentarias, la utilización de contratos inteligentes permite la eliminación completa de intermediarios sin comprometer la seguridad tanto para la parte exportadora como la parte importadora, así como la privacidad mediante la encriptación de los documentos.

De nuevo, constatamos una reducción significativa de los costes y los tiempos de procesamiento, pero vemos necesaria una mayor adopción y la creación de plataformas que permitan llevar a cabo las operaciones de forma sencilla.

Destacamos una serie de ventajas derivadas de la utilización de *blockchain* en las operaciones de comercio internacional como serían:

- Reducción de costes para todos los agentes implicados (exportador, importador, entidades financieras, transportistas y despachos de aduana).
- Mejora en los tiempos de procesamiento de los pagos y transmisión de la documentación.
- Descentralización mediante la eliminación de intermediarios.
- Aumento de la transparencia y la seguridad mediante la encriptación de los documentos y la firma digital.
- Mejoras en la trazabilidad de los pagos y el estado de la documentación gracias al registro digital de las operaciones.
- Simplificación y automatización de procesos mediante la utilización de contratos inteligentes.

Aunque la utilización de *blockchain* aplicada al comercio internacional presenta una cantidad significativa de mejoras respecto a los sistemas utilizados en la actualidad, también presenta algunos retos como:

- El grado de adopción a gran escala y el efecto de red son aspectos necesarios para su utilización, por lo que su desarrollo y evolución dependen de estos factores.

- Es necesario establecer estándares a nivel global, por lo que requiere de la coordinación de diversos organismos internacionales y entidades financieras. Mientras que el sistema SWIFT está formado por una gran cantidad de entidades y se procesan cerca del 90% de las transacciones de comercio internacional (ICC, 2020), la distribución en la utilización de las diferentes *blockchain* presenta una situación menos concentrada.
- Existen limitaciones en cuanto al grado de descentralización a causa de la necesidad de adquirir ciertos conocimientos informáticos para la utilización de *blockchain*.
- El grado de adopción en la digitalización de los documentos y su validez legal a nivel internacional requiere de un mayor desarrollo para que una operación de comercio internacional pueda llevarse completamente mediante *blockchain*.
- Por el momento no existe una cadena de bloques respaldada por bancos centrales u organismos internacionales, por lo que existe cierta inseguridad para las empresas.
- Es necesaria la utilización de divisas estables emitidas por bancos centrales (CBDC).

Proponemos como futuras líneas de investigación la optimización del código expuesto en este estudio para la emisión de créditos documentarios en *blockchain*, el desarrollo de nuevos contratos inteligentes para diferentes casos de uso y la creación de una interfaz que permita una interacción sencilla con los *smart contract*.

Consideramos que la colaboración entre entidades financieras, empresas y organismos internacionales puede ser beneficiosa para el desarrollo e implementación de nuevas soluciones tecnológicas en el comercio internacional.

Finalmente, confirmamos la hipótesis planteada al inicio del estudio y concluimos que la aplicación de *blockchain* en el comercio internacional puede generar mejoras de eficiencia y una reducción de los costes asociados para todos los agentes implicados, aunque requiere de una mayor adopción a gran escala, el desarrollo de aplicaciones por parte de las entidades financieras que simplifiquen su utilización y una regulación a nivel internacional que proporcione seguridad jurídica a las empresas.

7. Bibliografía

- Allison, I. (2017). *Maersk and IBM want 10 million shipping containers on the global supply blockchain by year-end*. International Business Times, 3 de mayo de 2017. [en línea]
URL: <http://www.ibtimes.co.uk/maersk-ibm-aim-get-10-million-shipping-containers-onto-global-supply-blockchain-by-year-end-1609778>
- Al-Amaren et. al., (2019). *The Blockchain Revolution: A Game-Changing in Letter or Credit (L/C)?* International Journal of Advanced Science and Technology. 2020 Vol. 29, Nº 3, p. 6052-6058. ISSN: 2005-4238 IJAST.
- Belu, M. (2019). *Application of Blockchain in International Trade: An Overview*. The Romanian Economic Journal. 2022, Nº 71, p. 2-16.
- Blum, A. (2019). *Blockchain and Trade Finance: A Smart Contract-Based Solution*. University of Basel, Center for Innovative Finance. [en línea]. Recuperado de: https://wwz.unibas.ch/fileadmin/user_upload/wwz/00_Professuren/Schaer_DLTFintech/Lehre/Blum_2019.pdf
- Carton, B. et. al. (2020). *Improving the Short-term Forecast of World Trade During the Covid-19 Pandemic Using Swift Data on Letters of Credit*. IMF Working Papers 2020/247. ISBN 978-15-135-6119-6
- Chang, S. et. al. (2020). *Blockchain-Enabled Trade Finance Innovation: A Potential Paradigm Shift on Using Letter of Credit*. Sustainability. 2020. Vol. 12, Nº 1, 188. <https://doi.org/10.3390/su12010188>
- Collet, R. (2018). *Smart Contracts: The Use of the Blockchain Technology in Trade Finance*. Haute école de gestion de Genève (HEG-GE). <http://doc.rero.ch/record/323523>
- Copigneaux et. al. (2020). *Blockchain for supply chains and international trade*. European Parliamentary Research Services. Brussels. ISBN: 978-92-846-6530-3.
- Díaz, I. (2017). *¿Cuánto tarda una transferencia internacional?* Wise. [en línea]
URL: <https://wise.com/es/blog/cuanto-tarda-transferencia>
- Ethereum (2022a). *Ethereum Development Documentation*. [en línea]
URL: <https://ethereum.org/en/developers/docs/>
- Ethereum (2022b). *Solidity*. [en línea] URL: <https://docs.soliditylang.org/en/v0.8.14/>
- Ganesh, S. et. al. (2018). *Rebooting a Digital Solution to Trade Finance*. Bain & Company. HSBC. [en línea]
URL: <https://www.bain.com/insights/rebooting-a-digital-solution-to-trade-finance/>

- Ganne, E. (2018). *Can Blockchain revolutionize international trade?* World Trade Organization Publications. ISBN 978-92-870-4761-8
- Hinkelman, E., et. al. (2009). *Glossary of international trade [en línea]: handbook of the global trade community / Edward G. Hinkelman; with contributions by Sibylla Putzi ... [et al.]*. (5th ed.). World Trade Press.
- Hyperledger (2017). *Hyperledger Architecture, Volume 1*. The Linux Foundation. [en línea]
URL:https://www.hyperledger.org/wp-content/uploads/2017/08/Hyperledger_Arch_WG_Paper_1_Consensus.pdf
- ICC Banking Commission (2020). *2020 ICC Global Survey on Trade Finance*. International Chamber of Commerce. ISBN 978-92-842-0578-3
- Ishan, R. (2020). *Blockchain Development for Finance Projects*. Packt. ISBN 978-18-388-2909-4
- Larson, D. (2019). *Mitigating Risky Business: Modernizing Letters of Credit with Blockchain, Smart Contracts, and the Internet of Things*. Michigan State Law Review. 2018, N° 4 p. 929-985. <https://doi.org/10.17613/y0f3-jk78>
- Niepmann, F., et. al. (2016). *Trade finance around the world*. Vox EU - Centre for Economic Policy Research (CEPR). [en línea].
URL: <https://voxeu.org/article/trade-finance-around-world>
- SWIFT (2020). *SWIFT history*. [en línea]. Consultado 18 de mayo de 2022.
URL: <https://www.swift.com/about-us/history>
- Selby-Green, M. (2018). *HSBC is shaking up a centuries-old industry using blockchain*. Business Insider. [en línea]. URL: <https://www.businessinsider.com/hsbc-ing-blockchain-trade-finance-cargill-soybeans-2018-5>
- Takahashi, K. (2018). *Blockchain Technology for Letters of Credit and Escrow Arrangements*. The Banking Law Journal (LexisNexis A.S. Pratt). 2018, Vol. 135, N° 2. ISSN: 2381-3512.
- Tam, KC (2019). *Transactions in Hyperledger Fabric*. Medium. [en línea] URL: <https://kctheservant.medium.com/transactions-in-hyperledger-fabric-50e068dda8a9#:>
- UNCTAD (2022). *Global Trade Update February 2022*. United Nations UNCTAD, Division on International Trade and Commodities. [en línea]
URL: https://unctad.org/system/files/official-document/ditcinf2022d1_en.pdf
- We.trade (2022). [en línea] Consultado el 24 de mayo de 2022.
URL:<https://we-trade.com/~:text=Transaction%20is%20an%20important%20element,the%20word%20blockchain%20comes%20f>

8. Anexo

Anexo 1

Bank	Area	Cash in Advance / Open Account	Letter of Credit					Documentary Collection
		International transfer fee	Opening Commission	Payment Commission	SWIFT Message Fee	Amendment Fee	Discrepancy Fee	Document delivery against payment
Arab Banking Corporation	Middle East (Bahrein)	20 USD	0,10 % p. quarter (mi. 250 US\$)	0,10 % p. quarter (min. 300 USD)	0	100 USD	150 USD	
Arab Bank Jordan	Middle East (Jordan)	0,25 % (max. 70 JD)	0,375 % p. quarter	0,20 % p. month (min. 60 JD)	0	30 JD	0	0,5 % (min. 50 JD)
BNP Paribas	Middle East (UAE branch)	100 AED	0,375 % p. quarter (min. 400 AED)	0,20 % p. month (min. 300 AED)	400 AED	0,125% (min. 200 AED)	375 AED	0,25 % + 150 AED for payment
ABC Banking Corp.	Africa (Mauritius branch)	60 USD	0,40 % (min. 30USD) + 40 USD	0,10 % (min. 30USD)	20 USD	20 USD	0	0,25 % (min. 80USD)
ICBC	Asia (Malaysia branch)	30 RM	0,10 % p. month (min. 50 RM)	0,10 % p. month (min. 50 RM)	100 RM	50 RM	150 RM	0,10 % (min. 50 RM, max. 100 RM) + 30RM
ICBC	Asia (Hong Kong branch)	25 HKD	0,25 % (min. 500 HKD)	0,0625 % month (min. 400 HKD)	350 HKD	500 HKD	600 HKD	0,125 % (min. 350 HKD)
Citibank	Asia (Bangladesh branch)	1000 BDT	0,04 % - 0,4 % p. quarter	0,04 % - 0,4 % p. quarter	0	500-750 BDT	10-90 USD	0,00015 % - 0,15 %
Bank of China	Asia (Thailand branch)	600 THB	0,125 % p. quarter (min. 1.000 THB)	0,125 %	1000 THB	1500 THB	3000 THB	0,125 % (min. 1.000 THB)
Bank of America	Asia (Thailand branch)	25 USD	0,25 % p. quarter	300 THB + 30USD	0	1000 THB	1800 THB	0,25 %
Meezan Bank	Asia (Pakistan)	500 RS	0,50 % p. quarter	0,15 % (min. 500 RS)	1500 RS	1000 RS	65 USD	0,25 % (min. 1000 RS)
Deutsche Bank	Asia (India branch)	1400 RS	0,15 % p. quarter (min. 2500 RS)	3000 RS	1500 RS	1500 RS	1500 RS	0,05 % (min. 1000 RS)
Bank Al Habib Limited	Asia (India)	1500 RS	0,30 % p. quarter (min. 2100 RS)	0,15 % (min. 1000 RS)	1800 RS	1800 RS	80 USD	0,15 % (min. 900 RS)

		Cash in Advance / Open Account	Letter of Credit					Documentary Collection
State Bank of India	Asia (India)	1,00 % (min. 10 RS, max. 100 RS)	0,18 % p. quarter (min. 2000 RS)	0,10% (min. 2000 RS, max. 25000 RS)	0	1000 RS	100 USD	5000 RS
Commonwealth Bank	Pacific (Australia)	6 AUD	150 AUD	1,5 % p.a. (min. 150 AUD)	15 AUD	100 AUD	100 AUD	0,25 % (min. 90 AUD, max. 850 AUD)
Bank of Baroda	Africa (Trinidad and Tobago)	10 USD	0,90 % p. quarter (min. 60 TT\$)	125 TT\$	75 TT\$	125 TT\$	300 USD	0,075 % (min. 100 TT\$)
BBVA	Europe (Spain)	1,25€	0,75 % (min. 60,10€)	0,50 % p. quarter (min. 30,05€)	0	25€	45,08€	0,85% (minimo 60€)
Caixabank	Europe (Spain)	30€	1,10 % (minimo 75€)	0,20 % (minimo 15€)	0	50€	50€	1,10 % (minimo 45€)
Central Cooperative Bank	Europe (Cyprus)	0,15 % (min. 8,5€, max. 150€)	0,20 % (min. 50€) + 8€ SWIFT	0,10 % (min. 25€) + 8€ SWIFT	35€	43€	0	0,30 % (min. 40€, max. 400€)
Banco do Brasil	South America (Brasil)	250 R\$	0,15 %	0,15 %	100 R\$	250 R\$	250 R\$	550 R\$

Region	Average cost			% MT700 Worldwide
	Transfer	LC (3 months)	DC	
Africa	10,00	929,48	250,00	4,14
Asia-Pacific	11,42	418,54	137,03	66,65
Middle East	48,65	599,09	395,42	7,02
Europe	60,42	542,00	425,00	18,64
America	50,41	320,17	110,91	3,54
Weighted average cost	24,49	471,86	212,58	

Bank	Cost for 100.000 US\$ (US\$)		
	Transfer	LC (3 months)	DC
Arab Banking Corporation	20	550	
Arab Bank Jordan	98,73	975,00	500,00
BNP Paribas	27,23	272,26	290,84
ABC Banking Corp.	60,00	560,00	250,00
ICBC	6,89	622,97	29,86
ICBC	3,19	482,09	125,00
Citibank	11,53	360,00	74,92
Bank of China	17,48	279,14	125,00
Bank of America	25,00	288,74	250,00
Meezan Bank	6,55	650,00	250,00
Deutsche Bank	18,33	208,92	50,00
Bank Al Habib Limited	19,64	473,57	150,00
State Bank of India	1,31	280,00	65,47
Commonwealth Bank	4,28	540,00	250,00
Bank of Baroda	10,00	929,48	75,00
BBVA	1,25	625,00	425,00
Caixabank	30,00	650,00	550,00
Central Cooperative Bank	150,00	351,00	300,00
Banco do Brasil	50,41	320,17	110,91

Exchange rates 4 may 2022	
USD/EUR	0,949
USD/THB	34,32
USD/AED	3,673
USD/MYR	4,353
USD/HKD	7,849
USD/BDT	86,76
USD/RS	76,37
USD/BRL	4,959
USD/AUD	1,402
USD/TTD	6,785
USD/JD	0,709

Anexo 2

```

/**
 *Submitted for verification at Etherscan.io on 2022-05-24
 */

//SPDX-License-Identifier: UNLICENSED
pragma solidity >=0.4.21 < 0.7.0;

contract LetterOfCredit {
address IssuingBank;
address Exporter;
string DocHash;
mapping(string => bool)
ConditionDocuments;
string[] IDDocuments;
bool ContractValidation;

constructor(address _Exporter, string memory _DocHash) public{
IssuingBank = msg.sender;
Exporter = _Exporter;
DocHash = _DocHash;
ContractValidation = false;
}
modifier onlyIssuingBank(){
if (msg.sender != IssuingBank)
revert();
else
_;
}
modifier onlySeller(){
if (msg.sender != Exporter)
revert();
else
_;
}
function getIssuingBank() public view returns (address){
return IssuingBank;
}
function getSeller() public view returns(address){
return Exporter;
}
function getIDDocLettreCredit() public view returns (string memory){
return DocHash;
}
function sendIDDocument(string memory _IDDocument) onlySeller public{

```

```

IDDocuments.push(_IDDocument);
ConditionDocuments[_IDDocument] =
false;
}
function getIDDocument(uint _numDocumentReceived) public view returns
(string memory){
return IDDocuments[_numDocumentReceived-1];
}
function validateDocument(uint _numDocReceived) onlyIssuingBank public{
string memory IDDocument =
getIDDocument(_numDocReceived);
ConditionDocuments[IDDocument] = true;
}
function validateLettreCredit() onlyIssuingBank public{
ContractValidation = true;
}
function getNombreDocuments() public view returns (uint){
return IDDocuments.length;
}
function getConditionDocument(uint _numDocumentReceived)
public view returns(bool){
string memory IDDocument = getIDDocument(_numDocumentReceived);
return ConditionDocuments[IDDocument];
}
function getConditionContrat() public view returns (bool){
return ContractValidation;
}
}
}

```

1. Especificamos la licencia (sin licencia) y las versiones de Solidity que permiten compilar el contrato sin incidencias.
2. Creamos el contrato (LetterOfCredit), enumeramos las variables y la estructura.
3. Determinamos los valores a especificar en la emisión del contrato (exportador y hash donde se almacenarán los documentos en IPFS). Se asigna *IssuingBank* a la cuenta desde la cual se emite el contrato.
4. Fijamos que solamente la cuenta emisora (IssuingBank) y el exportador (Exporter) puedan interactuar con el contrato.
5. La función permite visualizar el emisor del contrato.
6. La función permite visualizar el exportador.
7. La función permite visualizar el hash en IPFS donde se almacenan los documentos.

8. La función permite el envío de documentos al exportador.
9. La función permite visualizar los documentos enviados.
10. La función permite validar documentos al emisor del contrato (IssuingBank).
11. La función permite validar el contrato al emisor (IssuingBank).
12. La función permite visualizar el número de documentos enviados al contrato por parte del exportador.
13. La función permite visualizar si los documentos han sido validados por el emisor del contrato. Genera el valor *True* si el documento ha sido validado o *False* en caso contrario.
14. La función permite visualizar si el contrato ha sido validado por el emisor (IssuingBank). Genera el valor *True* si se ha validado o *False* en caso contrario.

La emisión del contrato se puede consultar en:

<https://rinkeby.etherscan.io/address/0x7362d3E856184A63f792eBCa18f766119a8Ca686>

