

Implementación de la tecnología blockchain utilizando solidity para mejorar la seguridad en la gestión de la cadena de suministros de la empresa Trapex

Implementation of blockchain technology using solidity to improve security in the supply chain management of the Trapex company.

Calvo Pimentel, Angelo Jampierre  [ORCID](#), Portugal Pecho Giuseppe Imanol  [ORCID](#)

Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, Lima, Perú

RESUMEN

En el actual escenario de gestión de cadenas de suministro, las empresas se enfrentan a desafíos que afectan su eficiencia y competitividad, como la falta de transparencia y visibilidad en los procesos de producción y distribución. Esta falta de visibilidad dificulta la trazabilidad de los productos, lo que conlleva problemas como la pérdida de confianza del cliente y la incapacidad para resolver rápidamente los problemas en la cadena de suministro.

El blockchain ha surgido como una tecnología prometedora para abordar estos desafíos. Proporciona una cadena de bloques distribuida que sirve como registro inmutable y seguro de transacciones en una red, lo que mejora la gestión de operaciones.

Un análisis de la literatura destacó casos de éxito, como la implementación de blockchain en una cooperativa de berries en España para la trazabilidad alimentaria y la lucha contra la inseguridad alimentaria. En Ecuador, se han identificado altos costos y la falta de transparencia en las operaciones comerciales, y en Perú, blockchain se ha utilizado para combatir la corrupción en licitaciones públicas.

La empresa Trapex enfrenta desafíos en su cadena de suministro, como la falta de transparencia y visibilidad en los procesos de selección y armado de productos. La empresa ha reconocido la necesidad de implementar soluciones innovadoras utilizando blockchain para mejorar la transparencia, trazabilidad y eficiencia en su cadena de suministro.

Palabras clave:

Cadena de suministro, Blockchain, Solidity, TraPex, Transparencia, Trazabilidad, Seguridad, Eficiencia, Implementación, Desafíos, Tecnología emergente, Prevención de la falsificación, Perú.

ABSTRACT

In the current supply chain management scenario, companies face challenges that affect their efficiency and competitiveness, such as the lack of transparency and visibility in production and distribution processes. This lack of visibility makes product traceability difficult, leading to issues such as loss of customer trust and the inability to quickly resolve issues in the supply chain.

Blockchain has emerged as a promising technology to address these challenges. It provides a distributed blockchain that serves as an immutable and secure record of transactions on a network, improving operations management.

A literature analysis highlighted success stories, such as the implementation of blockchain in a berry cooperative in Spain for food traceability and the fight against food insecurity. In Ecuador, high costs and lack of transparency in business operations have been identified, and in Peru, blockchain has been used to combat corruption in public tenders.

The Trapex company faces challenges in its supply chain, such as the lack of transparency and visibility in the product selection and assembly processes. The company has recognized the need to implement innovative solutions using blockchain to improve transparency, traceability and efficiency in its supply chain.

Keywords:

Supply Chain, Blockchain, Solidity, TraPex, Transparency, Traceability, Security, Efficiency, Implementation, Challenges, Emerging Technology, Counterfeit Prevention, Peru.

I. INTRODUCCIÓN

En el contexto actual de la cadena de suministro, las empresas se enfrentan a numerosos desafíos que afectan su eficiencia y competitividad. Uno de los problemas recurrentes es la falta de transparencia y visibilidad en los procesos de producción y distribución. Esta falta de transparencia dificulta la trazabilidad de los productos y genera problemas como la pérdida de confianza del cliente y la incapacidad para identificar y resolver rápidamente los problemas que puedan surgir en la cadena.

Es en este contexto en el que surge la necesidad de una tecnología como el blockchain. El blockchain, surge como un enfoque prometedor que puede ayudar a abordar estas problemáticas y mejorar la gestión de las operaciones implementando una cadena de bloques distribuida que sirve como registro inmutable, descentralizado y seguro de transacciones y eventos en una red.

Giconi & Borsato [1.] proporciona una tabla que muestra el número de documentos y citas por país, lo que indica que los Estados Unidos y China son los países con más artículos en la investigación sobre blockchain en la cadena de suministro agrícola. Por lo tanto, la problemática es que, aunque hay un gran interés en el uso de la tecnología blockchain en la cadena de suministro agrícola, aún hay una falta de estudios de casos reales y modelos específicos que se centren en la trazabilidad de los alimentos.

Según J. Lomer [2.] el análisis de contenido cuantitativo y cualitativo que se lleva a cabo en una amplia muestra de literatura de 410 artículos evidencia diversas problemáticas en las actuales cadenas de suministros y cómo la tecnología de cadena de bloques distribuida puede contrarrestar los desafíos específicos de la cadena de suministro y la gestión de operaciones (J. Lomer, 2022).

Según los 410 artículos revisados se contempla una problemática predominante respecto a la aplicación de Blockchain en la cadena de suministro en los siguientes aspectos:

Blockchain fue aplicado en una cooperativa de berries en Huelva, España, para desarrollar un sistema de trazabilidad de la cadena de suministro alimentaria ya que en los últimos años, una serie de escándalos relacionados con la seguridad alimentaria y la autenticidad de las

numerosas certificaciones alimentarias existentes ponen en peligro la confianza del consumidor en los productos que adquiere (J. Borrero, 2019).

En Ecuador los altos costos de los proyectos contribuyen a la escasa rentabilidad, además se presenta la problemática de una inexistencia de la transparencia de las operaciones comerciales que aportan negativamente a la reducción de costos en el mercado ecuatoriano, en la cual se calcula un 76% de empresas con nula o escasa transparencia en sus operaciones (N. Esparza, 2022).

En Perú la empresa Proinversión presenta la problemática de la corrupción en las licitaciones públicas por ello se desarrolla la implementación de la tecnología blockchain. Al finalizar la implementación se discuten los retos de implementar blockchain en este tipo de procedimientos y se proponen medidas complementarias para combatir la corrupción en las licitaciones públicas donde la percepción de corrupción involucra a más del 69% de licitaciones públicas (Masumura, D. 2021).

En el caso específico de la empresa Trapex, dedicada a la fabricación y venta mayorista de trapo y waype industriales, se evidencia una serie de desafíos en su cadena de suministro. La falta de transparencia y visibilidad se presenta en los procesos de selección y armado de los productos, donde la falta de un sistema adecuado dificulta el seguimiento y control de los insumos utilizados, así como la verificación de la calidad y autenticidad de los productos finales.

Las consecuencias por la falta de este sistema han generado dificultades para rastrear y auditar de manera efectiva la procedencia y calidad de los materiales utilizados en la fabricación de los productos de Trapex. Esto no solo afecta la confianza del cliente, sino que también dificulta la identificación y resolución rápida de cualquier problema que pueda surgir en la cadena de suministro.

Ante esta situación, Trapex ha reconocido la necesidad de implementar soluciones innovadoras que mejoren la gestión de su cadena de suministro. La empresa ha identificado que la tecnología Blockchain puede ser una herramienta prometedora para abordar los desafíos actuales. Al aprovechar las capacidades de la tecnología Blockchain, Trapex busca mejorar la transparencia y la trazabilidad de sus productos, fortalecer la verificación de autenticidad y calidad, así como optimizar la gestión de inventarios y reducir costos innecesarios.

En esta investigación, se llevará a cabo un análisis de casos de éxito previos en la implementación de Blockchain en cadenas de suministro similares. Esto permitirá identificar las mejores prácticas y lecciones aprendidas de otras empresas que han enfrentado desafíos similares en sus operaciones. Además, se diseñará e implementará un sistema piloto de Blockchain adaptado específicamente a las necesidades de Trapex.

Se espera que los resultados obtenidos de este estudio proporcionen a Trapex una base sólida para mejorar sus procesos de cadena de suministro, fortalecer la confianza del cliente y obtener ventajas competitivas en el mercado. Al implementar una solución basada en Blockchain, Trapex podrá contar con un sistema confiable y transparente que permita la trazabilidad de sus productos desde su origen hasta su destino final, garantizando la autenticidad y la calidad en cada etapa del proceso de fabricación y distribución.

II. BASES TEÓRICAS

Estado del arte

La tecnología blockchain ha demostrado ser una herramienta prometedora para mejorar la seguridad en la gestión de la cadena de suministros. Al utilizar Solidity, un lenguaje de programación utilizado para desarrollar contratos inteligentes en la plataforma Ethereum, se pueden implementar soluciones basadas en blockchain para mejorar la transparencia, la trazabilidad y la seguridad en la cadena de suministros de la empresa Trapex.

La implementación de la tecnología blockchain utilizando Solidity puede proporcionar varios beneficios en la gestión de la cadena de suministros de Trapex, como:

- **Transparencia:** La tecnología blockchain permite que todas las transacciones y eventos en la cadena de suministros se registren de forma inmutable y transparente. Esto significa que todas las partes involucradas en la cadena de suministros, incluidos los proveedores, los fabricantes, los distribuidores y los clientes, pueden acceder a la misma información actualizada en tiempo real.
- **Trazabilidad:** La tecnología blockchain permite rastrear el origen y el historial de cada producto a lo largo de la cadena de suministros. Esto es especialmente útil para garantizar la autenticidad de los productos y para detectar y prevenir la falsificación.
- **Seguridad:** La tecnología blockchain utiliza algoritmos criptográficos para garantizar la seguridad de los datos y la integridad de la cadena de bloques. Esto ayuda a proteger la información sensible y a prevenir fraudes y ataques cibernéticos.
- **Eficiencia:** La implementación de la tecnología blockchain puede simplificar y agilizar los procesos en la cadena de suministros al eliminar intermediarios y reducir la necesidad de reconciliación de datos.

Es importante tener en cuenta que la implementación de la tecnología blockchain utilizando Solidity requiere un análisis y diseño cuidadosos, así como una colaboración estrecha con los diferentes actores de la cadena de suministros. Además, es necesario considerar los desafíos y limitaciones asociados con la escalabilidad, la interoperabilidad y la privacidad en la implementación de soluciones basadas en blockchain.

En resumen, la implementación de la tecnología blockchain utilizando Solidity puede mejorar la seguridad en la gestión de la cadena de suministros de la empresa Trapex al proporcionar transparencia, trazabilidad, seguridad y eficiencia en los procesos. Sin embargo, es importante realizar un análisis detallado y considerar los desafíos asociados antes de implementar esta tecnología.

A. *Blockchain*

El blockchain es una tecnología descentralizada que utiliza criptografía para crear registros inmutables y transparentes de transacciones. Se basa en la idea de un libro

mayor distribuido, donde los bloques de información se enlazan mediante referencias criptográficas. Esta estructura garantiza la integridad y la seguridad de los datos, ya que cualquier modificación en un bloque afectaría todos los bloques posteriores. La tecnología blockchain se basa en principios clave como la descentralización, la criptografía y el consenso, que permiten la confianza y la transparencia en las transacciones.

Según R. Casado [1.], “Una blockchain es construida usando criptografía. Cada bloque se identifica por su propio hash criptográfico y cada bloque referencia al hash del bloque previo. Esto establece un enlace entre los bloques, formando una "blockchain" (traducción propia).

B. Blockchain en la cadena de suministro

La implementación de la tecnología blockchain en la gestión de la cadena de suministro ofrece diversas ventajas. En primer lugar, proporciona una trazabilidad completa y transparente de los tramos y harapos desde su origen hasta su destino final. Esto permite una supervisión precisa de la calidad, la autenticidad y el cumplimiento de las normativas.

Además, la tecnología blockchain mejora la seguridad entre los actores de la cadena de suministro, al garantizar que la información compartida sea verificable y no manipulable. Asimismo, reduce la dependencia de intermediarios y agiliza los procesos de pago y verificación. En relación al uso del blockchain en las cadenas de suministro, Linares [2.] afirma “Se deben medir los indicadores necesarios durante la producción de los medicamentos y después en su empaquetado, transporte y almacenamiento, hasta que llegan al consumidor en una farmacia, hospital o cualquier centro médico donde se atiende al paciente. La transparencia de la información que nos ofrece blockchain permite que cualquier entidad dentro de la cadena de suministro pueda rechazar medicamentos o insumos que no cumplan los estándares determinados por las normas legales”.

C. Contratos inteligentes y Solidity

Los contratos inteligentes son programas informáticos autónomos que se ejecutan automáticamente cuando se cumplen ciertas condiciones predefinidas. Se utilizan en la tecnología blockchain para almacenar y ejecutar acuerdos de manera segura y confiable. Solidity es uno de los lenguajes de programación más utilizados para desarrollar contratos inteligentes en la plataforma Ethereum. Solidity permite definir la lógica de negocio y las reglas que rigen el contrato, además de proporcionar una sintaxis clara y robusta para implementar la funcionalidad deseada. Según Hierro [3.], “Blockchain es la tecnología por excelencia para crear contratos inteligentes. A menudo se asocia a los smart contracts con Ethereum, una plataforma de código abierto, digital, descentralizada y programable, conocida por los cripto activos Ethereum –la segunda criptomoneda más importante del mundo por valor de mercado– y Ethereum Classic”.

D. Seguridad en la cadena de suministro

La implementación de la tecnología blockchain puede abordar estos desafíos al proporcionar una trazabilidad transparente y confiable de cada etapa de la cadena de suministro, garantizando la autenticidad de los productos y reduciendo el riesgo de fraudes y falsificaciones.

Según Masamura [4.], “...cada bloque contiene una referencia al bloque inmediato anterior, al sello de tiempo y el dato de transacción. Esto permite mayor seguridad

y consigue que las adiciones, alteraciones o supresiones no autorizadas sean difíciles –casi imposibles– de realizar u ocultar”.

E. Marco normativo y regulaciones

Uno de los aspectos clave en el cumplimiento normativo es la trazabilidad de los productos. Las regulaciones pueden requerir que se mantenga un registro preciso de cada etapa del proceso de fabricación y distribución de los trapos y harapos, desde la materia prima hasta el producto final. La tecnología blockchain es especialmente útil en este sentido, ya que permite rastrear de manera segura y transparente cada movimiento y cambio de propiedad de los productos a lo largo de la cadena de suministro.

Además, se deben tener en cuenta las normativas específicas en relación con la calidad, higiene y seguridad de los productos.

Otro aspecto importante a considerar son las regulaciones y decretos ambientales como la Ley N° 28611 o el Decreto Supremo N° 015-2019-MINAM. En la cadena de suministro de trapos y harapos, es fundamental garantizar que los procesos de producción y distribución cumplan con los estándares establecidos para la protección del medio ambiente.

La implementación de blockchain puede ayudar a demostrar el cumplimiento de los procesos y prácticas sostenibles establecidas por las regulaciones ambientales.

F. Plataformas de Computación en la Nube

Se emplearon servicios de computación en la nube proporcionados por Amazon Web Services (AWS) para alojar los nodos de la red Blockchain. AWS permitió la gestión eficiente de los recursos informáticos necesarios para sostener la infraestructura de la red Blockchain, asegurando la disponibilidad y escalabilidad necesarias para respaldar la gestión de la cadena de suministros de TraPex.

G. Tecnología Blockchain y Contratos Inteligentes

Para la base de la implementación, se seleccionaron plataformas de tecnología Blockchain como Ethereum y Hyperledger, utilizadas para desarrollar y desplegar la red Blockchain. Estas plataformas se apoyaron en contratos inteligentes programados en Solidity, un lenguaje de programación específico para la creación de contratos en la red Ethereum. Estos contratos inteligentes garantizaban la seguridad, inmutabilidad y ejecución automática de acuerdos definidos, fortaleciendo así la transparencia y confianza en la cadena de suministro.

Según Kumar et. al, los contratos inteligentes son simplemente programas almacenados en una cadena de bloques que se ejecutan cuando se cumplen condiciones predeterminadas. Por lo general, se utilizan para automatizar la ejecución de un acuerdo para que todos los participantes puedan estar seguros de inmediato del resultado, sin la participación de ningún intermediario o pérdida de tiempo. También pueden automatizar un flujo de trabajo, activando la siguiente acción cuando se cumplen las condiciones.

H. Seguridad y Rastreo de Productos

Como parte de la estrategia de seguridad, se integraron sistemas de seguimiento de productos basados en tecnologías como códigos QR y RFID. Estos sistemas permiten un rastreo preciso de productos a lo largo de la cadena de suministro, lo que se complementa con la tecnología Blockchain para asegurar la autenticidad y la integridad de la información en cada etapa.

I. Recopilación de Datos y Análisis Comparativos

Se implementó un proceso de recopilación de datos detallado para evaluar la efectividad y el impacto de la implementación de la tecnología Blockchain en la seguridad de la cadena de suministro. Se realizaron análisis comparativos entre la cadena de suministro antes y después de la implementación de la tecnología Blockchain, con el objetivo de identificar mejoras específicas en la transparencia, trazabilidad y seguridad de los procesos

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Computadores de escritorio

Se asignan 5 computadoras, las cuales serán utilizadas como clientes de la blockchain. Se toma en cuenta que estos computadores realizan acciones de consumo, subida y ejecución de *smart contracts*.

B. Servidores en la nube

Se consideran en esta investigación servidores proporcionados por Amazon Web Services (AWS). Los precios de los servidores EC2 de AWS pueden variar según la instancia elegida, el tamaño y la región. Un presupuesto aproximado se encuentra en los \$20 al mes por instancia, se esperan tener 10 instancias en paralelo.

C. Tutoría

Será necesaria la ayuda de un especialista en transacciones de criptomonedas para la fase de construcción del software. Este dará la guía sobre los protocolos a llevarse a cabo para la seguridad en la blockchain. El presupuesto esperado es de \$500.

D. Total

Como total entonces, se tiene al Hardware y tutoría como costos fijos, cuyos presupuestos ascienden a los \$5500. Además, se cuenta a los servidores en la nube como costos variables que ascienden a los \$200 dólares por mes.

Tabla 1: Total de gastos

Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Hardware y dispositivos electrónicos			
Computadoras	5	\$1000	\$5000
Infraestructura de aplicación			
Servidores AWS	5	\$20	\$200
Recurso humano			
Especialista en criptomonedas	1	\$500	\$500
Total			\$5700

Tabla 2: Recursos y montos

Tipo	Categoría	Recurso	Descripción	Fuente financiadora	Monto
Recursos disponibles	Infraestructura	Equipo	5 computadoras	Préstamo UNTELS	-
		Equipo	Grabadora digital	Personal	-
Recursos necesarios	Infraestructura	Servidores AWS	Contenedores serverless en Fargate	PROCIENCIA	\$100
		Redes AWS	Red blockchain autoadministrado	PROCIENCIA	\$200
	Fuerza de trabajo	Especialista	Experto en criptomonedas	PROCIENCIA	\$500
Total					\$800

Métodos:

Este estudio adoptó el enfoque de revisión de la literatura propuesto por (Wong et al., 2017), que se define por 3 etapas:

- Planificación de la revisión
- Desarrollo de la revisión
- Resultados de la revisión

A. Planificación de la revisión

Para lograr el propósito del estudio, se plantean las siguientes preguntas de investigación:

Q1: ¿Cuál es el impacto en la trazabilidad de una cadena de suministro después de implementar la tecnología blockchain?

Q2: ¿Cómo afecta el uso de la tecnología blockchain en la confianza de la cadena de suministros?

Q3: ¿Cómo afecta en la economía el uso de la tecnología blockchain?

Q4: ¿Influencia en la transparencia de la cadena de suministro?

Se utilizaron principalmente las bases de datos de ScienceDirect, IEEE y Scopus.

Los criterios de selección y exclusión están detallados en la tabla 1.

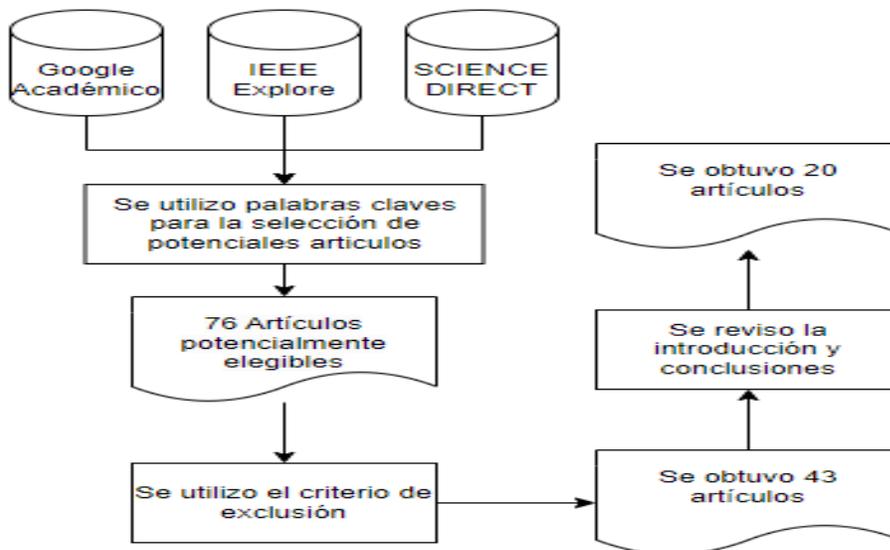
Tabla 3: Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Artículos que han sido publicados entre los años 2018 y 2023	Libros, páginas web o videos
Estudios de Blockchain en cadena de suministros	Idiomas distintos a español e inglés

B. Desarrollo de la revisión

La literatura encontrada en la búsqueda fue sometida a los criterios de selección previamente mencionados en el paso anterior. Posteriormente fue necesario realizar una revisión previa para determinar si el contenido es relevante para la presente investigación. En la Figura 1 mostramos el proceso de desarrollo realizado.

Figura 1. Proceso de selección de artículos



C. Resultados de la revisión de la literatura

Los resultados obtenidos por la búsqueda de información relevante para la investigación se obtuvieron en artículos seleccionados de los cuales se seleccionaron 20. En la Tabla 2 se muestra la cantidad de estudios obtenidos de las bases de datos.

Tabla 4: Cantidad de estudios

Repositorios	Artículos potenciales	Artículos relevantes	Artículos seleccionados	%
IEEEExplore	28	15	8	45%
SCIENCE DIRECT	32	20	9	40%
GOOGLE ACADÉMICO	16	8	3	15%
OTROS	76	43	20	100%

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

a) Impacto de la Implementación de Blockchain en TraPex

Los resultados obtenidos de la implementación de la tecnología Blockchain en la gestión de la cadena de suministros de TraPex han revelado un impacto significativo en la transparencia, trazabilidad y seguridad de los procesos. La tecnología Blockchain ha mejorado la visibilidad de la cadena de suministro, permitiendo un seguimiento preciso y en tiempo real de los productos a lo largo de cada etapa.

b) Eficiencia y Seguridad Mejoradas

La implementación de Solidity en la tecnología Blockchain ha reforzado la seguridad y la integridad de los datos, asegurando la autenticidad y confidencialidad de la información registrada. Además, se ha observado una mejora en la eficiencia operativa, reduciendo los tiempos de verificación y validación de transacciones.

c) Trazabilidad y Prevención de Falsificaciones

La tecnología Blockchain ha permitido una trazabilidad completa de los productos a lo largo de la cadena de suministro de TraPex. Esto ha contribuido significativamente a prevenir la falsificación y mejorar la autenticidad de los productos, lo que ha fortalecido la confianza del cliente y reducido los riesgos de productos falsificados.

e) Desafíos y Lecciones Aprendidas

A pesar de los beneficios observados, se identificaron desafíos, como la necesidad de una adopción más amplia y el entrenamiento del personal para la plena utilización de la tecnología Blockchain. Las lecciones aprendidas destacan la importancia de una implementación gradual, la colaboración interdepartamental y la educación continua.

f) Perspectivas Futuras y Continuidad del Proyecto

El estudio subraya la importancia de la continuidad en el desarrollo e implementación de la tecnología Blockchain en la gestión de la cadena de suministros. La expansión de su uso a lo largo de la cadena de suministro y el seguimiento a largo plazo de la eficacia de la tecnología son aspectos clave para futuras investigaciones.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se ha demostrado ser una solución efectiva para abordar desafíos clave en la transparencia, trazabilidad y seguridad. Los resultados obtenidos revelan un impacto significativo en la mejora de la visibilidad de la cadena de suministro, la eficiencia operativa y la prevención de la falsificación de productos.

La implementación exitosa de la tecnología Blockchain ha proporcionado lecciones valiosas. Se destaca la importancia de la capacitación del personal y la necesidad de una adopción gradual para garantizar el pleno aprovechamiento de los beneficios de esta tecnología. La colaboración interdepartamental ha sido clave para el éxito y la integración exitosa de Blockchain en las operaciones existentes de TraPex.

Los beneficios observados en la implementación inicial subrayan el potencial transformador de la tecnología Blockchain en la cadena de suministro. La mejora en la trazabilidad y la prevención de falsificaciones brinda una base sólida para el aumento de la confianza del cliente y la eficiencia operativa.

Se recomienda la continuidad en el desarrollo e implementación de la tecnología Blockchain en más etapas de la cadena de suministro de TraPex. La expansión progresiva en áreas como el seguimiento de inventario, la gestión de activos y la logística fortalecerá aún más la eficacia de la tecnología.

La formación continua del personal en el uso y aplicación de la tecnología Blockchain es esencial para optimizar sus beneficios. La creación de una cultura de concienciación sobre la importancia de la precisión y el uso responsable de la tecnología contribuirá al éxito a largo plazo.

Es crucial seguir investigando y evaluando el desempeño de la tecnología Blockchain en la cadena de suministro a largo plazo. Un seguimiento continuo garantizará que los beneficios se mantengan y se identifiquen áreas para posibles mejoras.

VI. REFERENCIAS

- Agrawal, T.K.; Kumar, V.; Pal, R.; Wang, L.; Chen, Y. (2021). Blockchain-based framework for supply chain traceability: A case example of textile and clothing industry. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360835221000346>
- Anh Dinh, T., Liu, R., Zhang, M., Chen, G., Chin Ooi, B., y Wang, J. (2018, Julio). Untangling Blockchain: A Data Processing View of Blockchain Systems. Recuperado de <https://ieeexplore.ieee.org/document/8246573>
- António Miguel Rosado da Cruz; Ferreira Cruz. (2020). Blockchain-based Traceability Platforms as a Tool for Sustainability. Recuperado de <https://www.scitepress.org/Link.aspx?doi=10.5220/0009463803300337>
- Borrero, J. D. (2019). Sistema de trazabilidad de la cadena de suministro agroalimentario para cooperativas de frutas y hortalizas basado en la tecnología Blockchain. Recuperado de <https://roderic.uv.es/bitstream/handle/10550/70515/6887559.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Caballero Márquez, J.A., Gómez Lindarte, V., Ortega Arias, L.S. (2022). La tecnología Blockchain como potenciador de la cadena de suministro: oportunidades desde el sector agropecuario. In the proceedings book: International conference on innovation, documentation and education. Recuperado de <https://doi.org/10.4995/INN2022.2022.15608>
- Chen, C.-L.; Lim, Z.-Y.; Liao, H.-C.; Deng, Y.-Y.; Chen, P. (2021). A Traceable and Verifiable Tobacco Products Logistics System with GPS and RFID Technologies. Recuperado de <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/11/4939>

- Chin Ling Chen, Long-Hui Guo, Woei-Jiunn Zaur. (2022). Blockchain-Based Anti-Counterfeiting Management System for Traceable Luxury Products. Recuperado de <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/19/12814#B19-sustainability-14-12814>
- Crosby, M.; Pattanayak, P.; Verma, S.; Kalyanaraman, V. (2016). Blockchain technology: Beyond bitcoin. Recuperado de <https://scet.berkeley.edu/wp-content/uploads/AIR-2016-Blockchain.pdf>
- Esparza, N. K. (2022). Análisis de la solución blockchain aplicada a las cadenas de suministro en la ciudad de Babahoyo. Recuperado de <https://zenodo.org/record/4451458>
- Giaconi, J., & Borsato, M. (2020). Blockchain technology for food traceability in the agricultural sector: A review. *Computers and Electronics in Agriculture*. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050919319787>
- Hyperledger Fabric. (2022). A Blockchain Platform for the Enterprise. Recuperado de <https://hyperledger-fabric.readthedocs.io/en/release-2.2/>
- Linares-Barbero, M. (2018). Revisión de la capacidad de transparencia y confianza que ofrece la tecnología blockchain. *Interfases*. Recuperado de <https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Interfases/article/view/2957/3190>
- Lomer, J., Ribeiro da Silva, E., & Lasch, R. (2022). Tecnología Blockchain en operaciones y gestión de la cadena de suministro: un análisis de contenido. *Sostenibilidad*, 14(10), 6192. Recuperado de <https://doi.org/10.3390/su14106192>
- Masumura Ynami, D. L., & Acosta Chia, V. A. (2021). Atando los nudos sueltos: blockchain para la reducción de corrupción en las licitaciones públicas de Proinversión. Recuperado de <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/themis/article/view/24869/23656>
- Moretto, Antonella; Macchion, Laura. (2022). Drivers, barriers and supply chain variables influencing the adoption of the blockchain to support traceability along fashion supply chains. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1007/s12063-022-00262-y>
- Muhammad Khan, Parvahiz Gohar. (2022). The Impact of Technologies of Traceability and Transparency in Supply Chains. Recuperado de <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/24/16336#B45-sustainability-14-16336>
- Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. Recuperado de <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>

- Nonzoque Herrera, A., Guzmán, L. C., & Rodríguez, J. I. (2019). Gestión de información de la cadena de suministro de productos perecederos: Aplicación de Blockchain. Recuperado de <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/22679/NonzoqueHerreraAlejandra2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pérez, J.B.; Queiruga-Dios, A.; Martínez, V.G.; Del Rey, M. (2020). Traceability of Ready-to-Wear Clothing through Blockchain Technology. Recuperado de <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/18/7491>
- Reyna, A.; Martín, C.; Chen, J.; Soler, E.; Díaz, M. (2018). On blockchain and its integration with IoT. Challenges and opportunities. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167739X17329205>
- Roberto Casado-Vara, Javier Prieto, Fernando De la Prieta, Juan M. Corchado. (2018). How blockchain improves the supply chain: case study alimentary supply chain. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187705091831158X>
- Schmidt, C.G.; Wagner, S.M. (2019). Blockchain and supply chain relations: A transaction cost theory perspective. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1478409218301298>
- Shuchih Ernest Chang, Yi-Chian Chen, Ming-Fang Lu. (2019). Supply chain re-engineering using blockchain technology: A case of smart contract based tracking process. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162518305547>
- Wang, Y.; Lin, J.; Choi, T.-M. (2020). Gray market and counterfeiting in supply chains: A review of the operations literature and implications to luxury industries. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/338326718_Gray_market_and_counterfeiting_in_supply_chains_A_review_of_the_operations_literature_and_implications_to_luxury_industries