

Las tendencias en el uso del blockchain en el área de la cadena de suministro. ¹

The trends in the use of blockchain in the area of the supply chain.

Juan Esteban Torres Castro

Programa de Negocios Internacionales, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas,
Universidad El Bosque, Bogotá

Correo electrónico: jestorres@unbosque.edu.co

Paula Valentina Marín Agudelo

Programa de Negocios Internacionales, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas,
Universidad El Bosque, Bogotá

Correo electrónico: pvmarin@unbosque.edu.co

Director Boris Ayala

¹ Trabajo de grado para obtener el Título de Profesional en Negocios Internacionales, de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Universidad El Bosque, Bogotá D.C 2022

Resumen

Propósito: El propósito de este artículo es describir las tendencias en el uso del blockchain en la cadena de suministro a partir de casos de estudio en los distintos sectores económicos.

Diseño: En el presente estudio los autores utilizaron como metodología una revisión de literatura sistemática con los estudios de caso relacionados con blockchain y la cadena de suministro. La búsqueda de información se hizo en Scopus, Emerald Insight, SpringerLink, MDPI, Taylor & Francis y ScienceDirect. Se revisaron un total de 87 estudios de caso.

Hallazgos: El principal hallazgo fue la segmentación del uso de esta tecnología en 6 categorías (trazabilidad, eficiencia, sostenibilidad, transparencia, gestión y planeación) y 19 sectores productivos de la economía. En este proceso, la tecnología blockchain permite solucionar problemas actuales en la cadena de suministro, como la seguridad y confianza en los flujos de información relevantes para la cadena de suministro de las diferentes industrias.

Implicaciones de la investigación: La evidencia revisada apoya la toma de decisiones en la implementación de proyectos de BC en la cadena de suministro, especialmente en sectores económicos destacados, como lo son: agricultura, alimenticio, industrial, marítimo, medioambiental, salud, textil.

Palabras Clave: Sectores económicos, cadena de suministro, casos de estudio, tendencias, blockchain

Abstract

Purpose: The purpose of this article is to describe the trends in the use of blockchain in the supply chain based on case studies in different economic sectors.

Design: In the present study the authors used as methodology a systematic literature review with case studies related to blockchain and supply chain. The search for information was done in Scopus, Emerald Insight, SpringerLink, MDPI, Taylor & Francis and ScienceDirect. A total of 87 case studies were reviewed.

Findings: The main finding was the segmentation of the use of this technology into 6 categories (traceability, efficiency, sustainability, transparency, management, and planning) and

19 productive sectors of the economy. In this process, blockchain technology allows solving current problems in the supply chain, such as security and trust in information flows relevant to the supply chain of different industries.

Research Implications: The evidence reviewed supports decision making in the implementation of BC projects in the supply chain, especially in prominent economic sectors, as are agriculture, food, industrial, maritime, environmental, health, textile.

Keywords: Economic sectors, supply chain, case studies, trends, blockchain.

Introducción

Pregunta

¿Cuáles son las tendencias en el uso del blockchain en el área de la cadena de suministro?

Propósito

El propósito de este estudio cualitativo de revisión documental es describir las tendencias en el uso del blockchain en el área de supply chain a partir de casos de estudio. En esta etapa de la investigación, el blockchain se puede definir como un “libro mayor compartido e inmutable que facilita el proceso de registro de transacciones y de seguimiento de activos en una red de negocios.” (IBM, s.f.); Además, la cadena de suministro o supply chain se define como “el conjunto de todas las actividades asociadas con el movimiento de bienes desde el estado de materias primas hasta el usuario final” (Quinn, 1997).

El propósito general de identificar las tendencias de uso del blockchain en el área de la cadena de suministro implica los siguientes objetivos específicos:

1. Identificar casos de estudio de aplicación del blockchain en el área de la cadena de suministro.
2. Identificar los problemas en las industrias que pueden ser resueltos a través del blockchain.
3. Identificar vacíos de conocimiento sobre la aplicación del blockchain en el área de la cadena de suministro.

El blockchain tiene un rol importante e innovador en los procesos actuales. Se trata de una herramienta que funciona a través de un sistema *peer to peer*. Es decir, una red informática compartida entre varios usuarios (Retamal et al., s.f) que puede aportar importantes ventajas al tráfico mercantil y la logística internacional pero que también genera riesgos que todavía no se han conseguido mitigar (Etemadi et al., 2021) como los bajos niveles de credibilidad y confianza. Los procesos de una cadena de suministro se pueden ver mejorados por el uso de la tecnología blockchain en términos de eficiencia y comunicación, debido a que es un sistema nuevo que emplea un mecanismo de comprobación netamente virtual.

Por lo que esta investigación identificará las diferentes tendencias de estos procesos dentro de las cadenas de suministro para que las empresas tengan a su alcance este análisis que describe diferentes situaciones y experiencias de uso de la reciente tecnología blockchain, de modo que puedan usarlo como una guía estratégica para aplicar dicha estrategia en su propio desarrollo.

Luego de una revisión exhaustiva de artículos, se ha evidenciado la importancia que tiene el blockchain en el área de la cadena de suministro. Por ejemplo (Lotfi et al., 2021) consideran el uso de la Tecnología Blockchain como una herramienta fundamental para el diseño de redes de cadena de suministro, puesto que proporciona agilidad, sostenibilidad, reducción de costos operativos y optimización de procesos a través de dos etapas: decisiones y flujo de transbordo de componentes, dando paso a una nueva era de cadena de suministro con estrategias inteligentes.

Los autores Tönnissen y Teuteberg (2020), por medio de un análisis de casos múltiples, desarrollaron un modelo explicativo para la interacción de los actores en la cadena de suministro operativa que involucra tecnología blockchain. Los hallazgos encontrados incluyen información sobre el impacto de la tecnología blockchain en la industria de la logística y las implicaciones y preguntas de investigación relacionadas con la tecnología blockchain y el impacto de la tecnología blockchain en los modelos comerciales.

El valor de blockchain en las cadenas de suministro, el desarrollo de metodologías de investigación, tipos de ilustración en la adopción de blockchain en las cadenas de suministro y de industrias involucradas en las cadenas de suministro basadas en blockchain son aspectos de gran potencial para superar las dificultades de la cadena de suministro en eficiencia operativa, trazabilidad en todo el proceso y a la hora de compartir información. Sin embargo, la aplicación

de la tecnología blockchain en el campo de la cadena de suministro aún está en proceso, lo que limita la comprensión de su potencial (Lim et al., 2021).

La naturaleza innovadora de la tecnología blockchain y su potencial para mejorar la gestión de la cadena de suministro ha despertado el interés por investigar los desafíos y los facilitadores de su adopción en el contexto de la cadena de suministro por medio de un marco integral que identifica los habilitadores y evalúa empíricamente las interdependencias e impacto en su adopción (Agi, M. & Jha, A., 2022). A partir de ello, Iacovou, et al. (1995) identificaron 20 facilitadores de la adopción blockchain en la cadena de suministro por medio de una extensa revisión de literatura, lentes teóricos y el modelo de adopción de tecnología empresarial desarrollado.

Los autores evidenciaron un vacío de conocimiento a nivel general sobre las tendencias del uso de blockchain en el área de la cadena de suministro. Por esta razón, es relevante investigar a profundidad las nuevas tendencias digitales, aprovechando el auge e importancia actual de la cadena de suministro para su optimización en procesos.

Antecedentes

Los autores Hussain, et al (2021) revisaron los avances del internet de las cosas en el Blockchain y su uso actual en la cadena de suministro. Los sistemas de gestión de las cadenas de suministro enfrentan numerosos desafíos en sus procesos. Por ejemplo, la falta de visibilidad del proveedor hacia los clientes, falta de flexibilidad ante cambios repentinos de la demanda y control de los costos operativos incluyendo la gestión ineficaz de los riesgos. Es allí donde el internet de las cosas ayuda a las empresas a observar, rastrear y monitorear productos, actividades y procesos dentro de sus respectivas redes de cadena de valor y el blockchain es utilizado para superar la creciente demanda en la cadena de suministro

De igual manera, Cole, R. et al (2019) analizan la tecnología blockchain desde una perspectiva de gestión de operaciones y cadena de suministro, al mismo tiempo que identifican las áreas potenciales de aplicación y proporcionan una agenda para futuras investigaciones en torno a seis temas clave: Desarrollo de la tecnología blockchain para OSCM, incentivar la adopción de la

tecnología blockchain en la cadena de suministro, consideraciones de compensación afectando la adopción de la tecnología blockchain, implementación de blockchain en redes de suministro complejas, relaciones de la cadena de suministro (incluida la confianza y la gobernanza) y, aplicación y desarrollo de la teoría para blockchain. Las organizaciones obtienen ventaja por delante de la competencia al adoptar la tecnología blockchain en sus procesos dado que su posición en el mercado mejora significativamente de la mano con el capital humano que desarrolle, implemente y explote las aplicaciones de esta tecnología para obtener la máxima recompensa.

Al mismo tiempo, Dietrich, et al (2021) investigan publicaciones recientes que combinan la tecnología blockchain y la gestión de la cadena de suministro y las clasifica con respecto a su complejidad para ser mapeada en la cadena de bloques, teniendo en cuenta que las cadenas de suministro se han vuelto cada vez más complejas y garantizar la transparencia en toda la cadena se ha convertido en un proceso arduo y complejo. Para mitigar este problema, el objetivo principal de los proyectos recientes de blockchain es aumentar la transparencia en la gestión de la cadena de suministro.

En cuanto a la sostenibilidad de la cadena de suministro, el trabajo elaborado por Park & Li (2021) evalúa la tecnología blockchain según su potencial para remodelar la gestión de la cadena de suministro, proporcionando un sistema digital y una base de datos descentralizada para registrar las transacciones a lo largo de la cadena de suministro en términos de transparencia, confiabilidad, trazabilidad y eficiencia. Al mismo tiempo, los autores determinaron la gestión novedosa de la cadena de suministro basada en blockchain y sus desempeños de sostenibilidad en las áreas de protección ambiental, equidad social y eficiencia de la gobernanza.

Los autores Chang & Chen (2020) en su estudio proporcionaron un modelo para las aplicaciones potenciales de blockchain en la gestión de la cadena de suministro utilizando una revisión de la literatura. Al mismo tiempo, los autores identificaron el estado actual y las direcciones futuras de la tecnología blockchain en la cadena de suministro para comprender los beneficios, problemas y desafíos. El potencial de blockchain se puede aprovechar para mejorar el rendimiento, la gobernanza distribuida y la automatización de procesos en las operaciones de la cadena de suministro.

De manera similar, los autores Tribis, Y. et al. (2018) exploran y analizan el estado del arte de las aplicaciones de la tecnología blockchain para la gestión de la cadena de suministro. La tecnología blockchain se ha implementado en diferentes áreas de aplicaciones, como industrias sociales y legales, finanzas, propiedad inteligente y redes de cadena de suministro garantizando un sistema de transacciones transparente y descentralizado en empresas e industrias. Al mismo tiempo los autores identifican las brechas disponibles en torno al tema de investigación que se asocia con el tercer objetivo del presente estudio.

El trabajo realizado por Rauniyar, et al (2022) identifica el tipo de riesgos que pueden afectar las cadenas de suministro globales junto con el papel de la tecnología blockchain y la cultura de innovación con el fin de minimizar dichos riesgos y los desafíos en la adopción de blockchain. Para lograr dicho objetivo, los autores proponen un mecanismo de gestión de riesgos de la cadena de suministro a través de la aplicación de innovación y tecnología blockchain para la transformación digital de la cadena de valor explorando estrategias adoptadas por las empresas.

En la revisión hecha por Dutta, et al. (2020) se analiza cómo se puede aplicar la tecnología blockchain con sus diferentes herramientas a las operaciones de una cadena de suministro, repasando si las funcionalidades de esta se llegan a ver impactadas por las principales características del blockchain, dentro de las cuales se encuentran la descentralización, autonomía, propiedad y automatización. De la misma manera estudia los principales sectores que en su actividad cotidiana requieren una cadena de suministro como el de manufactura, tecnológico, energético y entre otros.

Por otro lado, Arora et al. (2019) describe las principales áreas de una empresa donde la tecnología blockchain puede ser aplicada para observar un mejoramiento con el fin de ayudar a las empresas a actualizar a la nueva era digital sus procesos. Esta revisión de literatura también se basó en casos de estudio, enfatizando en el uso del blockchain para la actualización de información en tiempo real y una estructura conectada entre los departamentos de la empresa donde comparten la información más importante de la empresa, agilizando y convirtiendo los procesos en unos más confiables.

Algo semejante ocurre con Paliwal et al. (2020) que relaciona el proceso de estructuración de la tecnología blockchain, pero en relación con su rol en la sustentabilidad de la cadena de suministro, a diferencia de la presente investigación donde se buscan revisar las tendencias dentro de los diferentes sectores de la economía que su actividad comercial requiere y es posible aplicar una cadena de suministro que añade valor y eficiencia al sistema.

Inclusive, Sangari y Mashatan (2022) manifiestan que la revisión sistemática de alrededor de 6000 artículos y noticias lograron determinar las distintas tendencias y brechas que afronta la aplicación de la tecnología blockchain en la cadena de suministro, otra diferencia a destacar es el uso de una síntesis computacional basada en datos para el desarrollo de la revisión de literatura.

Se puede señalar a la investigación de Rodríguez et al. (2019) no implica la temática del blockchain, pero si hace un énfasis muy positivo en la trazabilidad de la información, en su investigación sobre el área farmacéutica de Cuba, un aspecto muy relevante en relación con el blockchain, que mediante la codificación de datos puede generar una trazabilidad segura y operativa para las cadenas de suministro de distintos sectores.

Mientras que Sultana et al. (2022) hace un barrido general de la tecnología 4.0, que además de incluir el blockchain también habla de la Big Data, el internet de las cosas, entre otras nuevas tecnologías que impactan directamente a la cadena de suministro alimenticia, se asemeja a nuestra investigación ya que esta área es una de las más grandes a nivel mundial y es necesario revisar a fondo las tendencias e impactos que puede venir con ella.

Similarmente Yavad et al. (2022) se enfoca en los impactos ya sea positivo o negativo de la tecnología blockchain en tres niveles de la cadena de suministro: organizativo, interorganizacional e industrial dando como resultado los vacíos en el conocimiento de los gerentes de las compañías al tomar decisiones informadas sobre la implementación y el uso de blockchain en las cadenas de suministro. Esto ocurre por la constante irrupción de nuevas tecnologías las cuales son desconocidas para muchos.

De la misma forma, Wamba et al. (2019) hace un enfoque similar al planteamiento de nuestra investigación, adicionando la temática del Bitcoin y las Fintech. Teniendo en cuenta que el uso de la tecnología blockchain se popularizó por el proceso de comprobación a través de

bloques para las transacciones de las criptomonedas requieren, además de que los autores investigaron qué beneficios o valor añadido podría traer esta tecnología en las diferentes industrias.

Por último, Kouhizadeh et al. (2021) en su investigación revisaron el potencial de la revolucionaria tecnología blockchain para cadenas de suministro de áreas importantes como la logística, los alimentos y la sanidad. Bajo esos parámetros los principales problemas que se encontraron fueron las barreras necesarias tanto teóricas como prácticas, para una mejor adopción y difusión de la tecnología blockchain en un entorno de las cadenas de suministro sostenibles.

Marco teórico

Dentro de las teorías pertinentes para el desarrollo del estudio podemos identificar la teoría del costo de transacción, que se ocupa de la estructura de gobierno óptima para minimizar el costo total bajo ciertas condiciones exógenas relacionadas con la naturaleza de la transacción (Coase, 1937; Geyskens et al., 2006; Williamson, 1975).

Las transacciones y su costo son una construcción clave para las relaciones de la cadena de suministro. La teoría de los costes de transacción se ocupa de cualquier problema que pueda plantearse directa o indirectamente como un problema de contratación (Williamson, 1987) y precisamente, el blockchain proporciona un nuevo enfoque para la contratación digital en forma de contratos inteligentes. La teoría está establecida dentro de las operaciones y la gestión de la cadena de suministro y la gestión de compras y suministro.

La teoría del costo de transacción y su relación con el blockchain permite crear una mejor comprensión de cómo el blockchain podría influir en las relaciones de la cadena de suministro, específicamente en términos de costos de transacción y decisiones de gobierno.

En primer lugar, el blockchain podría reducir significativamente los costos de transacción y gobernanza de las transacciones de la cadena de suministro dado que permite transacciones transparentes y válidas, al mismo tiempo que, reduce el coste de búsqueda e información en términos de reputación de comprador o proveedor, (re)negociación y costo de acuerdo, y costos de

control post-contrato. En segundo lugar, una economía basada en blockchain podría impulsar significativamente muchas transacciones, incluso en condiciones restrictivas, en estructuras de gobierno más orientadas al mercado. De igual manera, entre más relaciones dinámicas a corto plazo y asociaciones ad-hoc, pueden resultar y pueden desafiar los hallazgos con respecto a las estructuras y procesos de la cadena de suministro.

Método

Diseño

Esta es una investigación documental de tipo cualitativo, basada en un protocolo de revisión sistemática.

Unidades de análisis

Las unidades de análisis de la revisión de literatura son los estudios de caso relacionados con blockchain y cadena de suministro.

Para la búsqueda y selección del material bibliográfico se utilizaron las bases de datos Emerald Insight, ScienceDirect y Scopus, donde se ingresaron los siguientes términos de búsqueda: “blockchain” “technology” “case studies” “supply chain”. El algoritmo final de búsqueda fue el siguiente: TITLE-ABS-KEY (“blockchain” AND “case studies” AND “supply chain”) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, “ar”))

A partir de esto, se encontraron 329 artículos, capítulos de libros, memorias de conferencias, entre otros. En cuanto al idioma, se incluye únicamente el inglés. La lista de estudios elegibles se redujo a 160 resultados a partir del criterio de exclusión del tipo de documento, seleccionando únicamente artículos. Posteriormente, se realizó una selección manual de estudios en la que se excluyeron 73 artículos, debido a que en su revisión no se encontró un caso de estudio pertinente o simplemente se desviaba del tema a tratar. Teniendo en cuenta lo anterior, los estudios elegibles para lectura de texto completo y extracción de datos fueron un total de 87 artículos.

Procedimiento

En primer lugar, se hizo un análisis temático de codificación cerrada a partir de los siguientes pre-códigos: Sectores de la economía, uso de la tecnología blockchain, resultados de la aplicabilidad del blockchain en la cadena de suministro, autores, título del estudio, año, título de la fuente, volumen, tema, No. artículo, página de inicio, página final, recuento de páginas, citado por, link, resumen, palabras clave del autor, Índice de palabras clave, tipo de documento, etapa de publicación, acceso abierto y fuente. Toda la información se organizó en una matriz de Excel, donde en las columnas contienen los pre-códigos y las filas los artículos de estudios de caso a revisar.

De igual manera, se desarrolló una categorización de los casos de estudio previamente seleccionados en sectores productivos de la economía, con el fin de analizar y revisar de la manera más pertinente la información encontrada para ejecutar los resultados. Así mismo, se clasificaron los casos de estudio por los principales usos de la tecnología blockchain en pro de conocer las tendencias actuales dentro de la cadena de suministro.

Resultados

La mayoría de los estudios del campo de investigación sobre la tecnología blockchain en la cadena de suministro se enfocan en los sectores alimenticio, construcción, agricultura, financiero, industrial, logístico, marítimo, medioambiental, salud, textil y transformación de materias primas, teniendo en cuenta que para tener un análisis acertado sobre las tendencias dentro de los sectores se enfatizará en aquellos con mayores números de casos de estudio. Por eso es por lo que en la **Tabla 1** se ubicaron los sectores previamente mencionados con sus respectivos números de casos de estudio. Las bases de datos científicas más usadas son Scopus, Emerald Insight, Taylor & Francis, SpringerLink, MDPI y ScienceDirect.

Para clasificar a los sectores de mayor a menor interacción del blockchain en la cadena de suministro se utilizó el número de casos documentados. El sector alimenticio, agricultor e industrial se destacan en la revisión con 16, 12 y 11 casos de estudio respectivamente; con una interacción media se destacan el sector marítimo con 7 casos de estudio y los sectores medioambientales y de

salud ambos con 6 estudios de caso, el sector textil con 5 casos de estudio; de igual manera, los sectores construcción, financiero, logístico y transformación de materias primas contienen 3 casos de estudios respectivamente. Finalmente, los sectores con menor interacción contienen entre 1 y 2 casos de estudio, dichos sectores son: automotriz, comercial, energético, farmacéutico, humanitario, hidrocarburos, manufactura y tecnología.

Como se demostró en la **Tabla 1**, el sector de la agricultura es el segundo con más análisis hechos a partir de casos de estudio, esta tendencia se pudo evidenciar ya que la popularidad del uso de la tecnología blockchain en la trazabilidad de los bienes ha aumentado, estos productos al ser en su mayoría perecederos es necesario un control exhaustivo para que llegue en las mejores condiciones al consumidor final tal y como se evidencia en la **Tabla 3**, además del mismo rendimiento en los procesos, este sector por su alto consumo a nivel global está en constante movimiento y por razones de temporadas de cultivo y cosecha de los mismos, es preciso una correcta comunicación entre ramas de la misma empresa que mantienen su actividad económica, en lugares estratégicos por razones de clima, fertilidad de la tierra, entre otros factores que influyen la mejor calidad de los productos sembrados.

Tal y como está representado en la **Tabla 2**, los diferentes casos de estudio fueron categorizados por su uso, ya sea teniendo en cuenta los objetivos o resultados que resolvieron los autores y se seleccionaron mediante palabras clave, o el uso que el caso de estudio le daba a la tecnología blockchain. Siendo así la planeación y la gestión de las cadenas de suministro las más destacadas, debido a su utilidad y mejora en cuanto a los flujos de información presentados dentro de las empresas y sus cadenas de suministro agregando valor a las compañías para mantener conectados en tiempo real a sus distintos departamentos.

Continuando con la trazabilidad y la transparencia, otra característica clave de la tecnología blockchain que la hace innovadora frente a otras es la transparencia de sus procesos, cuando la información ya queda grabada en el bloque es imposible su corrección o modificación lograda a través de la encriptación de la información, lo que acentúa la tendencia de las compañías por usarla en procesos de rastreabilidad de sus productos y servicios sin riesgo a una posible corrupción por

parte de los involucrados.

De acuerdo con la **Tabla 4**, la tecnología blockchain en la cadena de suministro del sector alimenticio se destaca por impulsar el valor percibido del producto en el mercado y la calidad del mismo. De igual manera, mejora y optimiza la gestión de datos, los procesos de alimentación de manera eficiente y transparente junto con una mejora de confianza entre las partes interesadas que comprende desde el proveedor hasta el consumidor final. De manera paralela, se puede destacar la disminución de desperdicios de alimentos y el aumento de hábitos de consumo sostenibles que proporciona la tecnología blockchain como valor agregado.

Conforme a la **Tabla 5**, la tecnología blockchain en la cadena de suministro del sector automotriz se destaca por presentar mejoras en la gestión de los procesos que abarcan la trazabilidad de la información en términos de productos, transacciones, calidad de inventario, tiempos de espera, protección de datos. Todo ello con el fin de impulsar y mejorar la eficiencia de la cadena de suministro.

Cómo se evidenció en la **Tabla 6**, la tecnología blockchain en la cadena de suministro del sector comercial comprende el desarrollo de marcos conceptuales y lecciones prácticas con el fin de explorar y explicar la arquitectura del sistema, la trazabilidad de la información, la confianza y comunicación entre las partes interesadas para generar estándares en tecnologías emergentes.

Con respecto a la tecnología blockchain en la cadena de suministro del sector construcción agrupada en la **Tabla 7**, se muestra la forma como se optimizan los procesos y tiempos de fabricación y entrega, de igual manera, recupera datos precisos por lo que disminuye la interacción con datos maliciosos o falsificados, de la mano con una infraestructura tecnológica e innovadora que permita potenciar la aplicabilidad de la tecnología blockchain.

La **Tabla 9**, expone la tecnología blockchain en la cadena de suministro del sector farmacéutico ofreciendo el aseguramiento y garantía de terceros a lo largo de los procesos con el fin de optimizar y mejorar la transparencia, fiabilidad y confianza entre las partes interesadas.

Según la **Tabla 10**, la tecnología blockchain en la cadena de suministro del sector financiero comprende enfoques novedosos, eficientes y complementarios que brindan satisfacción a las partes interesadas desde la transformación de la información por parte de las entidades financieras hasta los servicios a los clientes mediante la realización de las actividades

correspondientes, lo que aumenta la lealtad de los mismos y posiciona a la empresa en una ventaja competitiva.

De acuerdo a la **Tabla 13**, el principal uso de la tecnología blockchain dentro del sector industrial, el cual incluye compañías o casos de estudio que tienen como actividad principal la fabricación y creación de bienes, es garantizar la eficiencia en el intercambio de información dentro de la infraestructura, es decir amenizar los costos y tiempos promedios del flujo de los datos, lo que involucra una mayor productividad dentro de las fábricas, una mejor comunicación con proveedores enfatizando en la privacidad y que la gestión empresarial impacte positivamente en el desarrollo.

Conforme a la **Tabla 14**, la logística es un sector productivo demasiado relevante internacionalmente, como consecuencia de la acelerada globalización económica es requerido un servicio que gestione tanto las mercancías como la información clave a través de los distintos países que hagan parte de la cadena de suministro de las empresas, por lo que la transfronteridad que permite la tecnología blockchain facilita la sistematización de los datos usados en la logística de las empresas, compartiendo datos de alto valor confidencial, evitando de primera mano la corrupción de la información.

La **Tabla 15** expone los resultados de los casos de estudio alusivos a la logística de las compañías, un común denominador de estos fue la seguridad como se mencionó anteriormente, la documentación sensible como datos de carga, valor de la mercancía entre otros, se debe de conocer dentro de la estructura de las empresas, pero si esta llega a transmutar a terceros llega a perjudicar y poner en riesgo los bienes a movilizar.

Según la **Tabla 16**, la tecnología blockchain en la cadena de suministro del sector marítimo abarca las trayectorias desde la ruta de envío hasta la etapa del destinatario, con el fin de garantizar una mayor seguridad y transparencia al validar la identidad de personas y activos, aumentando la transparencia y responsabilidad a lo largo de la cadena de suministro, de igual manera y en términos económicos, las partes interesadas pueden ver una disminución de los costos incurridos a lo largo de los procesos marítimos. Sin embargo, se evidencia incertidumbre sobre las habilidades y conocimientos para adoptar esta tecnología.

Conforme a la **Tabla 17**, la tecnología blockchain en la cadena de suministro del sector

medioambiental se destaca por estar presente en el área marina, área de energía sostenible, área de reciclaje, desechos de plásticos, por medio de la gestión de los procesos y la mejora de las operaciones en términos de transparencia, responsabilidad, cooperación, intercambio de información e integración de la cadena de suministro.

En el sector salud el común denominador fue bastante claro, el uso de la tecnología blockchain se encontraba principalmente en la trazabilidad de los medicamentos, teniendo en cuenta la **Tabla 18**, la salud de la comunidad siempre es prioridad frente a los gobiernos de los distintos países, a pesar de ello la corrupción afecta la información financiera de los centros de salud tanto públicos como privados, reflejándose en los sobre costos de los medicamentos. Aquí es donde la tecnología blockchain y la seguridad que la respalda entran en acción, los casos de estudios analizados apuntan hacia la transparencia de la sucesión de información de los medicamentos y balances financieros, apuntando hacia la transparencia y el correcto seguimiento de los trámites para beneficio del consumidor.

La tecnología blockchain en la cadena de suministro del sector textil como se evidencia en la **Tabla 20**, destaca por mejorar los procesos internos desde la trazabilidad de la información con datos diferenciados y específicos sobre composición, origen del lote, fechas, descripciones, materias primas hasta prevenir la falsificación y proteger la propiedad industrial del sector textil. Sin embargo, se identifican brechas de conocimiento sobre la tecnología blockchain en términos de políticas organizacionales y normativas que den lugar a ataques cibernéticos.

Para la **Tabla 21** donde se sectoriza por la transformación de las materias primas se encontraron similitudes en los casos de estudio categorizados en el sector industrial de la **Tabla 13**. Sin embargo en esta categoría se incluyeron casos de estudio en donde la tecnología blockchain se usa para la migración paulatina de información de un sistema tradicional de empresas que producen bienes a partir de las materias primas de origen mineral y vegetal, siempre apuntando hacia la sostenibilidad de la empresa, una característica solicitada en la actualidad y que usan el blockchain y la innovación de las nuevas tecnologías para el mejoramiento de procesos que al día de hoy ya se volvieron ambiguos, evadiendo intermediarios innecesarios y serenan la comunicación entre departamentos o secciones

Tabla 1. Segmentación de sectores del blockchain en la cadena de suministro.

Sectores	No. Casos de Estudio
Sector agricultura	12
Sector alimenticio	16
Sector automotriz	2
Sector comercial	2
Sector construcción	3
Sector energético	2
Sector farmacéutico	1
Sector financiero	3
Sector humanitario	1
Sector hidrocarburos	2
Sector industrial	11
Sector logístico	3



Sector manufactura	1
Sector marítimo	7
Sector medioambiental	6
Sector salud	6
Sector tecnología	1
Sector textil	5
Sector transformación materias primas	3

Tabla 2. Usos de la tecnología blockchain en la cadena de suministro.

Uso de la tecnología blockchain	No. Casos de Estudio
Trazabilidad	14
Eficiencia	16
Sostenibilidad	9
Transparencia	13
Gestión	17

Tabla 3. Categorización sector agricultura.

Autores	Año	Resultados
Mercuri, F. et al.	2021	Los resultados han demostrado que el seguimiento de todas las fases del proceso de producción con blockchain garantiza la transparencia, ya que los datos no son editables.
De Carvalho, P. et al.	2022	Al usar blockchain estratégicamente en ciertos lugares de la red de la cadena de suministro, se obtienen ahorros de costos significativos en comparación con la implementación completa de blockchain en toda la cadena de suministro.
Rogerson, M. & Parry, G.	2020	Blockchain se demuestra como un habilitador de visibilidad en las cadenas de suministro. Las aplicaciones a escala son más probables para productos en los que el consumidor final está dispuesto a pagar la prima requerida actualmente para financiar la tecnología, p. comida para bebé. Los desafíos continúan en cuatro áreas: confianza en la tecnología; error humano y fraude en los límites; gobernación; el acceso a los datos del consumidor y la disposición a pagar.

Kraft, S. & Kellner, F. 2022 Solución basada en blockchain basada en el marco de código abierto Hyperledger Fabric para la cadena de suministro de cacao para promover la transparencia y reducir el fraude.

Prause, G. & Boevsky, I. 2019 La tecnología Blockchain y los contratos inteligentes pueden ofrecer una solución adecuada que ofrece soluciones rastreables, transparentes y descentralizadas. Por lo general, estos conceptos se analizan en situaciones de fabricación urbana, pero también son aplicables en cadenas de suministro rurales que utilizan robots de entrega, así como otros vehículos agrícolas automatizados.

Orjuela, K. et al. 2021 BigchainDB, puede mejorar el rendimiento del sistema cuando más nodos participan en el proceso.

Varavallo, G et al. 2022 Además de los beneficios ambientales y financieros, la plataforma de trazabilidad desarrollada ha permitido digitalizar toda la cadena de producción, haciendo que los datos sean inmutables y están disponibles en tiempo real para los operadores del consorcio Fontina y los consumidores finales.

Compagnucci, L. et al. 2022 Los hallazgos indican que la cadena de suministro de alimentos halal puede obtener una perspectiva nueva y congruente al inducir o reemplazar la tecnología blockchain. BCT mejora la forma en que se recopilan los datos y ha cambiado la forma en que las empresas interactúan con las partes interesadas y los clientes.

Ji, T. et al. 2022 Los resultados de la investigación de muchos investigadores muestran que este método puede eliminar el comportamiento de falsificación y alta imitación en el proceso de venta de productos básicos y evitar de manera efectiva el comportamiento de los comerciantes de usar artículos de segunda mano como artículos de mala calidad.

Ali, M et al. 2021 Los hallazgos indican que la cadena de suministro de alimentos halal puede obtener una perspectiva nueva y congruente al inducir o reemplazar la tecnología blockchain.

Bager, S. et al. 2022 BT no es una panacea para lograr la sustentabilidad de la cadena de suministro agroalimentaria. El comportamiento del consumidor, pero el valor real radica en la digitalización de la cadena de suministro para aumentar la eficiencia y reducir los costos, las disputas y el fraude, al mismo tiempo que brinda más información de principio a fin a través de la procedencia del producto y la información de la cadena de custodia.

Luzzani, G. et al.	2021	Los resultados muestran que (1) blockchain permite recopilar datos e información que son relevantes para monitorear y mejorar la sostenibilidad (2) las empresas vitivinícolas que ya poseen una certificación de sostenibilidad tienen poca familiaridad con las aplicaciones de blockchain (3) el caso de estudio muestra mejoras en la trazabilidad y transparencia a lo largo de la cadena de suministro y un aumento en la confianza de los consumidores que se reflejó en el crecimiento de las ventas, y los principales costos están vinculados a la complejidad en la gestión de datos.
---------------------------	------	--

Tabla 4. Categorización sector alimenticio.

Autores	Año	Resultados
Cocco, L. et al.	2021	El sistema propuesto contribuye a asegurar la calidad de los productos agroalimentarios mejorando la gestión de una gran cantidad de datos y relacionando a todos los actores a lo largo de la cadena de suministro, del campo a la mesa, de forma segura, transparente y distribuida. Fue diseñado para una cadena de

suministro de pan típica, la del pan Carasau, sin embargo, puede extenderse fácilmente a cadenas de suministro agroalimentarias generales.

Guido, R. et al. 2020 A partir de los resultados de un estudio de mercado, proponemos un modelo de trazabilidad, que aumenta el valor percibido del producto puesto en el mercado, y puede ser fácilmente reutilizado por las pequeñas empresas.

Tönnissen, S. & Teuteberg, F. 2020 Información sobre el impacto de la tecnología blockchain en la industria logística y las implicaciones y preguntas de investigación relacionadas con la tecnología blockchain y el impacto de la tecnología blockchain en los modelos comerciales.

Fu, H. et al. 2020 El sistema basado en blockchain puede lograr una transformación disruptiva en la gestión de la cadena de suministro agroalimentaria.

Casino, F. et al. 2020 El modelo propuesto ofrece excelentes beneficios en términos de auditabilidad y confianza (registros auditables que pueden ser inspeccionados y utilizados por participantes clave o por partes interesadas externas como reguladores, formuladores de políticas, etc.).

Danese, P. et al.	2021	Las variables son relevantes para el diseño de los procesos de alimentación y lectura y explica cómo se pueden modular dichas variables de acuerdo con el nivel deseado de protección contra la falsificación
Low, X. et al.	2021	Desarrollar un sistema de trazabilidad de productos del mar que puede hacer frente a cadenas complejas en una cadena de suministro en la que la cadena compleja aumenta la posibilidad de contaminación y la dificultad para rastrear y rastrear la cadena afectada
Sengupta, T. et al.	2021	El marco de la tecnología blockchain aumenta la confianza y transparencia y con la ayuda de Satellite e IoT, agrega la trazabilidad y la dimensión de seguimiento de la calidad en el sistema, mejorando así la resiliencia de la cadena de suministro en el valor sistema
Stranieri, S. et al.	2021	El análisis actual sugiere una mejor gestión de la incertidumbre de comportamiento entre los agentes de las cadenas de suministro y un aumento del conocimiento de la empresa, así como de las competencias de gestión de la cadena de suministro.
Zhang, X. et al.	2022	El modelo y el sistema construidos en este estudio resuelven los problemas de baja seguridad de datos y pobre intercambio, que existen ampliamente en el mecanismo de trazabilidad tradicional, y permiten el enlace ascendente, el almacenamiento, el procesamiento y la trazabilidad confiables de información heterogénea de múltiples fuentes

en el ciclo de vida de la cadena de suministro de alimentos de granos enteros y aceites.

Katsikouli, P. et al. 2021 Las prácticas tradicionales de gestión de la cadena de suministro están muy centralizadas y, en muchos casos, no están digitalizadas. Gran parte del potencial está en los procesos de gestión de datos más eficientes que ofrece la tecnología blockchain.

Caldarelli, G. et al. 2020 Los resultados son más inferibles a una escala más amplia y ofrecen una idea de cómo las innovaciones sostenibles también pueden ser económicamente viables.

Park, A. & Li, H. 2021 La tecnología blockchain tiene el potencial de mejorar el desempeño de la sustentabilidad de la cadena de suministro, y esperamos que la tecnología blockchain aumente su popularidad en la gestión de la cadena de suministro.

Brookbanks, M. & Parry, G. 2022 Una plataforma basada en blockchain introduce datos confiables comunes, lo que reduce la duplicación de datos y mejora la visibilidad de la cadena de suministro. La plataforma apoya la creación de confianza entre las partes, pero no reemplaza los requisitos para que las organizaciones establezcan una posición de confianza.

Wang, H. et al.	2021	La adopción de un sistema de rastreo de cadena de bloques mejora la transparencia de la cadena de suministro y la gestión de procesos, lo que mejora el servicio y la confianza del consumidor.
Wünsche, J. & Fernqvist, F.	2022	Las ventajas de BCT van más allá de la comunicación de información confiable y el desarrollo de relaciones más cercanas entre productor y consumidor. De hecho, puede brindar la oportunidad de disminuir el desperdicio de alimentos, mejorar las condiciones de trabajo en toda la cadena de suministro y promover hábitos de consumo sostenibles.

Tabla 5. Categorización sector automotriz.

Autores	Año	Resultados
Xu, X. et al.	2022	Los resultados sugieren que las aplicaciones de blockchain tienen ventajas en la agregación de información de productos, la protección de la información de

transacciones y el establecimiento de una cadena de suministro confiable.

Ada, N. et al	2021	Los resultados de la simulación de la arquitectura blockchain basada en Hyper Ledger Fabric muestran que hay una mejora en la trazabilidad de los artículos en diferentes nodos de la cadena de suministro que mejora el índice de calidad del inventario (IQR) y el tiempo medio de espera se reduce en la fábrica, mayorista y minorista, lo que mejora la eficiencia general de la cadena de suministro.
----------------------	------	---

Tabla 6. Categorización sector comercial.

Autores	Año	Resultados
Yacoub, G. & Castillo, M.	2022	Desarrollar un marco conceptual para desempacar el mecanismo por el cual blockchain permite la confianza y explicar cómo fluye la información en un sistema basado en blockchain en comparación con uno tradicional en un escenario de aplicación comercial real a través de tres elementos principales, a saber, arquitectura del sistema, datos recuperación y comunicación.

Maslin M. et al. 2019 Extrapolar lecciones prácticas para los investigadores que están interesados en desarrollar estándares para tecnologías emergentes, o simplemente emprender una investigación muy necesaria en esta área.

Tabla 7. Categorización sector construcción.

Autores	Año	Resultados
Wang, Z. et al.	2020	Los resultados sugieren que el marco propuesto facilita la entrega a tiempo de componentes prefabricados (PC) y rastrea los motivos de las disputas centradas en PC en la cadena de suministro de prefabricados.
Lu, W. et al.	2021	Los resultados de la validación muestran que se recuperan datos precisos frente a datos maliciosos en cada solicitud, y las puntuaciones de reputación correspondientes se registran con éxito.

Sadeghi, M. et al.	2022	Los resultados obtenidos del estudio de caso muestran que tres requisitos de alto rango para implementar blockchain son (1) desarrollar atributos de economía circular en las plataformas, (2) consideraciones dentro de la organización y (3) requisitos tecnológicos e infraestructura de colaboración.
---------------------------	------	---

Tabla 8. Categorización sector energético.

Autores	Año	Resultados
Song, J. et al.	2022	Los resultados de la simulación muestran que la combinación del cifrado de proxy y la tecnología blockchain en la cadena de suministro de materiales de energía puede confirmar la validez de los datos históricos y mantener la confidencialidad de los datos privados de la empresa material, a fin de realizar la trazabilidad y el intercambio de los datos de suministro de material de potencia.
Teodorescu, M. & Korchagina, E.	2021	La tecnología demuestra su eficacia en las partes anteriores y posteriores de la cadena de suministro. Tanto en Alemania como en Rusia, blockchain es utilizado principalmente por grandes empresas debido a sus altos costos.

Tabla 9. Categorización sector farmacéutico.

Autores	Año	Resultados
Alles, M. & Gray, G.	2020	La garantía de terceros puede ser una solución, por ejemplo, para hacer inspecciones sorpresa de las granjas para asegurarse de que no se utilicen pesticidas, o para entrevistar al artista para verificar que, de hecho, creó una obra de arte en particular. El aseguramiento puede respaldarse mediante el registro y almacenamiento de pruebas, como entrevistas, vídeos y documentos certificados. La compensación costo-beneficio es aún más apremiante en este caso. Se necesita investigación sobre los estándares de lo que constituye un nivel suficiente de garantía de terceros para un contexto determinado y qué evidencia se requiere para respaldar esa garantía, de forma análoga a las normas de auditoría para las auditorías de estados financieros.

Tabla 10. Categorización sector financiero.

Autores	Año	Resultados
----------------	------------	-------------------

Ning, L. & Yuan, Y. 2021 La plataforma SCF amplía sus clientes objetivo y sus fuentes de beneficios. La ecología de la plataforma SCF se vuelve más rica y compleja para que se genere externalidad de red. En comparación con la tradicional, la plataforma SCF habilitada para blockchain amplía su enfoque desde la novedad, la eficiencia y la complementariedad hasta la agrupación, el bloqueo, la barrera a la imitación, lo que aumenta la lealtad del cliente y la ventaja competitiva de la empresa.

Liu, L. et al. 2021 Blockchain puede facilitar la transformación de información creíble, lo que permite a los bancos adquirir conocimiento de las garantías.

Wang, L. et al. 2022 La solución de finanzas de la cadena de suministro impulsada por blockchain brinda servicios a sus clientes mediante la aplicación de recursos clave y la realización de prácticas correspondientes, que crean valor para los participantes al satisfacer sus motivos.

Tabla 11. Categorización sector humanitario.

Autores	Año	Resultados
Rodríguez-Espíndola, O. et al.	2020	Propone un marco para mejorar el flujo de información, productos y recursos financieros en las cadenas de suministro humanitario integrando tres tecnologías disruptivas emergentes; Inteligencia Artificial, Blockchain e Impresión 3D.

Tabla 12. Categorización sector hidrocarburos.

Autores	Año	Resultados
Ara, R. et al.	2022	El nuevo diseño del sistema blockchain es una solución factible, reduce las ineficiencias de costos en un 12,4 % y los plazos de ejecución de las operaciones en un 36,5 %
Ahmad, R. et al.	2022	Automatizar servicios críticos como seguimiento y rastreo de productos derivados del petróleo, protección de documentos de comercio internacional y coordinación de actividades de compra y licitación para otorgar derechos de exploración de petróleo a empresas de exploración y desarrollo de petróleo.

Tabla 13. Categorización sector industrial.

Autores	Año	Resultados
----------------	------------	-------------------

Ye, J. et al. 2022 Los resultados del experimento muestran que el rendimiento del mecanismo todavía se mantiene por encima de 90 tps bajo las políticas a gran escala, y el costo de tiempo promedio de la decisión de la política es de 26 ms.

Rahmanzadeh, S. et al. 2020 Los resultados muestran que la empresa puede lograr diseños favorables gastando aproximadamente el 1% del costo total de la cadena de suministro. Además, beneficiarse del mecanismo de registro puede disminuir el costo de usar diseños no originales en más del 41%.

Zeng, M. et al. 2022 Los resultados muestran la superioridad del marco propuesto. Con la ayuda del marco de toma de decisiones de SCS propuesto, no solo se puede tomar la decisión de SCS, sino que también se pueden identificar los nodos de baja eficiencia dentro de la cadena de suministro en el entorno de blockchain para una posible actualización sostenible.

Long, W. et al. 2021 La implementación del sistema propuesto se logran influencias positivas en la satisfacción del usuario final, la calidad del servicio, los errores operativos y la trazabilidad de las tarimas.

Naef, S. et al. 2022 Los resultados subrayan que para beneficiarse de la tecnología blockchain en las aplicaciones de la cadena de suministro, es necesario un importante esfuerzo organizativo colaborativo.

Kshetri, N. 2022 Demostrar cómo es probable que blockchain obligue a las cadenas de suministro de minerales y metales a ser más rastreables y transparentes.

Pekarcikova, M. et al. 2022 La importancia de Blockchain generalmente radica en la protección y el intercambio de datos relacionados principalmente con licencias de impresión, datos de procesos de producción, información de origen de materiales, pruebas y simulaciones, registros de pago y certificación de piezas

Zhang, Y. & Zhang, C. 2022 Para garantizar la aplicación fluida de BCT y brindar una mejor mejora al centro de intercambio financiero en el sentido real, es necesario mantener la autenticidad y validez de la información financiera desde la raíz

Huang, L et al. 2022 Los resultados de la investigación muestran que esta plataforma inteligente de gestión de la cadena de suministro basada en Internet de las cosas (IoT) y blockchain puede hacer que el funcionamiento de toda la cadena de suministro sea claramente visible. El intercambio de información y datos se puede lograr entre los diversos departamentos de la cadena de suministro para lograr la gestión científica y la precisión de la predicción empresarial.

Madhwal, Y. et al. 2022 Nuestros hallazgos indican una posible reducción de los costos de transacción al implementar una medición de rendimiento basada en blockchain.

Lin, X. et al. 2021 BC-LCA es la combinación de la tecnología blockchain y la evaluación del ciclo de vida, que podría mejorar significativamente la disponibilidad, privacidad, precisión y puntualidad de los datos de LCI, con menos operación manual y costo de tiempo.

Tabla 14. Categorización sector logístico.

Autores	Año	Resultados
Sundarakani, B. et al.	2021	La adopción de blockchain tiene la capacidad de fortalecer la seguridad del hiperlibro a través de la inmutabilidad
Bal, M. & Pawlicka, K.	2021	La investigación realizada ayudó a desarrollar la teoría existente y sistematizar los efectos e identificar oportunidades potenciales a partir de la implementación de una gestión financiera sostenible de la cadena de suministro basada en la tecnología blockchain. El análisis de los datos financieros demostró que los beneficios superan los costos de implementación.
Xu, X. & He, Y.	2022	Se identificaron seis áreas clave del uso de BT en la cadena de suministro: financiación de la cadena de suministro, seguimiento logístico, colaboración logística, optimización de procesos, gestión de seguridad de datos e innovación en el modo de negocio logístico.

Tabla 15. Categorización sector manufactura.

Autores	Año	Resultados
Han, X. & Rani, P.	2022	El método propuesto es capaz de procesar la información disponible de manera más eficaz y adecuada desde varias perspectivas, por ejemplo, criterios de tipo beneficio y tipo costo.

Tabla 16. Categorización sector marítimo.

Autores	Año	Resultados
Li, L. & Zhou, H.	2021	Presenta evidencia temprana que vincula el uso de blockchain en las actividades de la cadena de suministro para aumentar la transparencia y la responsabilidad. Se ha puesto especial énfasis en el grado de despliegue de blockchain para validar la identidad de personas y activos.

- Gausdal A, et al.** 2018 Los resultados del estudio cualitativo muestran que algunos de los obstáculos y motivos de la innovación digital y la introducción de la tecnología blockchain fueron señalados por estudios anteriores.
- Tan, W. & Sundarakani, B.** 2021 La investigación demuestra que los contratos inteligentes se pueden establecer en puntos críticos junto con la ruta de envío, a saber, el almacenamiento, la aduana, el transportista, los transportistas y la etapa del destinatario para garantizar una mayor seguridad y transparencia.
- Philipp R, et al.** 2019 Los resultados muestran el potencial del uso de la contratación inteligente de blockchain en el entorno de las cadenas de suministro transnacionales y multimodales.
- Garrard, R. & Fielke, S.** 2020 Es poco probable que la tecnología basada en blockchain brinde ganancias sustanciales a la industria en comparación con las alternativas. Más bien, es probable que la mayoría de las ganancias surjan de la digitalización de la industria, lo que sería una condición previa para que cualquier tecnología de cadena de bloques esté operativa.
- Carlan, V. et al.** 2022 Los transitarios podrían compartir los beneficios económicos con los transportistas o consignatarios para anticipar la compra de una herramienta basada en blockchain. Los resultados de la investigación y las entrevistas identifican y validan los costos incurridos por las partes interesadas de la cadena de suministro marítimo con respecto al manejo del PHC, los requisitos técnicos para implementar una solución basada en DLT

Wong, S. et al.	2021	El artículo refleja que las partes de la cadena de suministro mantienen recelo de la nueva tecnología blockchain en la nube integrada con el aprendizaje automático debido a la incertidumbre sobre las habilidades y conocimientos para adoptar esta tecnología.
------------------------	------	---

Tabla 17. Categorización sector medioambiental.

Autores	Año	Resultados
Kshetri N.	2021	Blockchain puede ayudar a abordar una serie de desafíos que enfrentan varias partes interesadas en la promoción de cadenas de suministro sostenibles en los países en desarrollo.
Gong Y. et al.	2022	BCT se puede aplicar para resolver algunos de los desafíos existentes en la gestión de desechos plásticos marinos. Un sistema de fichas digitales y un mecanismo de reconocimiento de identidad basado en BCT pueden aumentar la conciencia pública sobre la gobernanza de los desechos plásticos marinos.

Almutairi, K. et al.	2022	La aplicación de nuevas tecnologías como blockchain puede beneficiar las cadenas de suministro de energía sostenible al mejorar las operaciones de cadena y logística en las áreas de confianza, transparencia y responsabilidad, cooperación, intercambio de información, intercambios financieros e integración de la cadena de suministro.
Gong Y. et al.	2022	BCT es un enfoque eficaz para promover el rendimiento del reciclaje: puede proporcionar tokenización, seguimiento del flujo de residuos e integración de la cadena de reciclaje.
Cheng, J. et al.	2021	El sistema de índice puede proporcionar la información para la toma de decisiones para la secuencia de construcción y desarrollo del sistema de cadena de bloques PMSC.
Hrouga M. et al.	2022	Los resultados muestran que la combinación de Blockchain e IoT se puede implementar para proporcionar un RSC digital robusto.

Tabla 18. Categorización sector salud.

Autores	Año	Resultados
Alzahrani, S. et al.	2022	Los resultados del artículo presentan una identificación y priorización de los factores de impacto de la adopción de blockchain. El artículo identificó 17 factores. Estos factores se agrupan en cinco perspectivas: financiera, social, técnica, organizativa y normativa y legal. Los resultados del artículo destacan que el cumplimiento de la normativa, la incertidumbre normativa, la disponibilidad presupuestaria, el apoyo a la gestión, la seguridad y la privacidad, y el riesgo y la incertidumbre financiera juegan un papel importante en la preparación de la organización para la adopción de blockchain.
Shah, H. et al.	2021	BC trae muchas características novedosas a la mesa, que aportan mejoras significativas a los sistemas que se utilizan actualmente.
Liu, X. et al.	2021	Obtiene información útil sobre la configuración del tamaño de las transacciones para un rendimiento óptimo de la cadena de bloques y también proporciona una solución factible basada en la cadena de bloques para la trazabilidad y la visibilidad de los medicamentos.
Garcia, R. et al.	2022	Las plataformas de cadena de bloques BFT son eficientes para aplicaciones de múltiples partes interesadas, como recetas electrónicas y cadenas de suministro.
Baharmand, H. et al	2021	La aplicación blockchain podría tener un valor agregado para mejorar la visibilidad y la

trazabilidad, contribuyendo así a mejorar la transparencia.

Humayun, M. et al.	2022	La técnica propuesta ayuda a mantener el equilibrio del mercado al garantizar que existe una demanda adecuada mientras se mantiene la oferta. Usando el marco sugerido, los datos masivos creados por la cadena de suministro de medicamentos se manejaría de manera adecuada, lo que permitiría que las fuerzas del mercado estén mejor reguladas y que no haya escasez fabricada para inflar los precios de los medicamentos.
---------------------------	------	---

Tabla 19. Categorización sector tecnología.

Autores	Año	Resultados
Ceptuneanu S. et al.	2021	Los resultados del estudio muestran que la tecnología blockchain influye positivamente en las variables de la cadena de suministro y la transferencia de tecnología, con efectos directos en el desempeño de la empresa.

Tabla 20. Categorización sector textil.

Autores	Año	Resultados
Karuppiah K. et al.	2021	Los resultados indican la falta de conocimiento sobre la tecnología blockchain, la inexistencia de un vínculo normativo universal, las nuevas políticas organizacionales, los ataques basados en la reputación y la vulnerabilidad a los ataques cibernéticos como los cinco principales desafíos que enfrentan las empresas de fabricación de prendas de cuero.
Oguntegbe K.F. et al.	2021	Se identificaron tres objetivos clave de sostenibilidad que las empresas persiguen con el uso de la tecnología blockchain; también surgieron tres proposiciones sobre el papel de esa tecnología y el capital social en la gestión sostenible de la cadena de suministro
Ahmed, W. & MacCarthy, B.	2021	El estudio destaca la necesidad de (1) aclarar los objetivos de una iniciativa de trazabilidad y (2) definir el alcance de una solución de trazabilidad de manera adecuada, tanto horizontalmente a lo largo de la cadena de suministro como verticalmente con respecto a la granularidad de los artículos rastreados y la extensión de soluciones blockchain a toda la red de suministro.

Carrières V. et al. 2022 Se obtuvieron dos resultados principales: el impacto ambiental de los lotes superiores de lana puede variar hasta un +118 % entre dos lotes dependiendo de su composición, y los datos específicos cambian drásticamente del impacto calculado con datos genéricos, con un impacto calculado de +36 % para la misma composición de lana de los lotes. Por lo tanto, se concluyó que los datos de trazabilidad de la cadena de bloques podrían ser un gran activo para realizar LCA a nivel de lote al proporcionar datos diferenciados sobre la composición y el origen del lote y proporcionar datos específicos fácilmente disponibles para una evaluación más representativa.

Pérez J. et al. 2020 El uso de blockchain para prevenir la falsificación y proteger la propiedad industrial, es decir, la creatividad del diseñador y el uso de materias primas específicas. En este caso, el método de consenso para validar un nuevo bloque e incorporarlo a la cadena de bloques sería acordado entre los agentes que intervienen en la cadena.

Tabla 21. Categorización sector transformación de materias primas.

Autores	Año	Resultados
Sivula, A. et al.	2021	Se notó que la tecnología blockchain se puede utilizar con éxito en la gestión de la cadena de suministro en varios dominios comerciales para brindar, por ejemplo, mejores servicios y transparencia.
Roeck, D et al.	2020	Dos efectos que cambian la distribución de poder entre compradores y proveedores en las transacciones y un único efecto que reduce la dependencia de las transacciones de la cadena de suministro de terceros. Si bien la reducción de costos y la evasión, así como los efectos de reducción de la dependencia son efectos positivos, el cambio en la distribución del poder puede tener desventajas.
Tseng, C. & Shang, S.	2021	La empresa puede mantener una base de datos centralizada tradicional que administre el sistema heredado e importar gradualmente la información relacionada al sistema blockchain para una mejor digitalización que se beneficie en un futuro.

Discusión

El objetivo de este estudio fue identificar las tendencias de uso del blockchain en el área de la cadena de suministro a través de la revisión de estudios de caso publicados entre 2018 y 2022. El principal hallazgo fue la segmentación del uso de esta tecnología en 6 categorías (trazabilidad, eficiencia, sostenibilidad, transparencia, gestión y planeación) y 19 sectores productivos de la economía. Así mismo, los usos más destacados de la tecnología blockchain fueron la transparencia

y trazabilidad, características a recalcar que hacen a la mencionada tecnología innovadora en los entornos tecnológicos actuales. En este proceso, la tecnología blockchain permite solucionar problemas actuales en la cadena de suministro, como la seguridad y confianza en los flujos de información relevantes para la cadena de suministro de las diferentes industrias, a pesar de que existan vacíos de conocimiento relacionados con su implementación.

Respecto al uso de la tecnología blockchain en sectores específicos de la industria, en el sector alimenticio la tendencia a destacar es la trazabilidad en la calidad y valor percibido de los productos en el mercado. Al mismo tiempo, se busca fortalecer la confianza entre las partes interesadas, que comprenden desde el proveedor hasta el consumidor final en la cadena de suministro. En cuanto a la agricultura igualmente, la principal tendencia de uso de la tecnología blockchain es la trazabilidad en el rastreo de productos desde su origen hasta su destino final, con el fin de llevar a cabo un control riguroso en su proceso. Por otro lado, los sectores industriales, tecnológico, manufactura y de transformación de las materias primas reportan tendencias de uso del blockchain principalmente en la planeación de su cadena de suministro, mediante el intercambio de información en términos de transacciones, productos, informes financieros, gestión y protección de datos. Finalmente, en el sector logístico y marítimo prepondera la transparencia en las operaciones de la cadena de suministro, dado que se garantiza una mayor seguridad en los datos de alto valor confidencial por medio de la herramienta blockchain, que destaca por su incorruptible proceso de intercambio informático.

Teniendo en cuenta los resultados de Rodríguez et al. (2019) sobre la cadena de suministro de medicamentos, se evidencian incongruencias en el actual proceso de trazabilidad de medicamentos en Cuba, teniendo en cuenta que la inexactitud e incoherencia de información destacan en los registros de las compañías analizadas. Por lo tanto, se plantea la necesidad de implementar estrategias y herramientas tecnológicas que permitan una mejora en el sistema de trazabilidad. Se encontró concordancia con nuestros hallazgos, ambos plantean mejoras en el sistema de seguimiento de los medicamentos con el fin de garantizar la calidad mediante la tecnología blockchain, dado que este proceso se facilita.

Mientras tanto, Arora et al. (2019) enfatiza los beneficios de la aplicabilidad del blockchain en la cadena de suministro, en términos de seguridad financiera para procesos transaccionales o flujos de información contable. Por otro lado, Sangari y Mashatan (2022) analizan la gestión de la cadena de suministro habilitada por blockchain. Sus resultados evidencian que la mejor forma de comprender el uso y las tendencias de la tecnología blockchain es mediante información derivada de la práctica comercial, es decir con las evidencias de las compañías y así poder descubrir qué brechas de conocimiento existen. Esto concuerda con los hallazgos del presente artículo ya que, el método usado fue la revisión de casos de estudio, para determinar los más exitosos y extraer cuáles fueron los usos que se le dieron para posteriormente aplicar a la cadena de suministro. Al mismo tiempo, concuerda con uno de los objetivos de la presente investigación que busca identificar vacíos de conocimiento sobre la aplicación del blockchain en el área de la cadena de suministro.

Por otra parte, los resultados de Sultana et al. (2022) abordan los problemas y desafíos más significativos que impactan la cadena de suministro en términos de coordinación, asimetría de la información, control de calidad, interrupciones complejas y trazabilidad. Dichos desafíos pueden ser resultados a través del blockchain teniendo un impacto significativo en la cadena de suministro. Por lo tanto, los hallazgos son consistentes con nuestra investigación, en la medida en que destacan la confianza entre departamentos de la misma cadena de suministro involucrándose en el proceso de la transparencia y eficiencia de la compañía. Algo semejante ocurre con Yavad et al. (2022), donde en sus hallazgos enfatizan la trazabilidad de la cadena de suministro en el sector alimenticio, en concordancia con los resultados de la presente investigación que plantean como aspectos clave la calidad de los productos mantienen un mayor beneficio al usar la tecnología blockchain en su favor.

Ahora bien, se encontraron correspondencias entre los resultados de este estudio y los hallazgos de Kouhizadeh et al. (2021), en cuanto al aprovechamiento de los sistemas logísticos y sus cadenas de suministro en aspectos sostenibles y ambientales mediante el blockchain. Sin embargo, sus resultados determinan las barreras que actualmente esta nueva tecnología presenta para llegar a las cadenas de suministro, considerando que uno de los principales usos encontrados en la presente investigación, fue enfocado hacia la sostenibilidad de los procesos dentro las compañías.

Cole et al. (2019), Tribis et al. (2018) y Chang & Chen (2020) concuerdan en sus hallazgos con nuestro estudio que el sector industrial es el principal beneficiario de la aplicabilidad del blockchain en la cadena de suministro a través del desarrollo de procesos internos y su respectiva planificación e implementación en las distintas áreas de la industria, con el fin de garantizar un sistema transparente y seguro. Lo anterior concuerda con los resultados hallados en el presente estudio dado que uno de los sectores y tendencias determinados son el sector industrial y la transparencia respectivamente con el objetivo de incrementar el rendimiento empresarial y obtener mayores beneficios en la aplicabilidad del blockchain.

Paralelamente, (Dutta, et al. 2020, Rauniyar, et al 2022) determinaron que el blockchain en la gestión de la cadena de suministro mejora la transparencia, confiabilidad e integridad de los procesos, al mismo tiempo que brinda gestión y protección de datos en las organizaciones, sin dejar de lado la transformación digital de los factores internos y externos que influyen significativamente en la optimización de los procesos. En concordancia con los resultados obtenidos en esta investigación, la tecnología (IoT) influye directamente en el éxito de la aplicación del blockchain en la cadena de suministro dado que permite proporcionar soluciones eficientes y eficaces en las diferentes industrias.

Los hallazgos de Hussain, et al. (2021) hacen énfasis en la cadena de suministro alimenticio mediante la observación, rastreo y monitoreo de las actividades y procesos en sus respectivas redes de valor. Por lo tanto, implementan el blockchain para mejorar la gestión en términos de recopilación de datos, actualizaciones, solicitudes y beneficios de las partes interesadas. De manera paralela, Dietrich, et al (2021) enfatiza sus hallazgos en la administración, transparencia y confianza de los procesos a lo largo de la cadena de suministro alimenticio por medio del blockchain con el fin de optimizar los tiempos y exactitud de los flujos de información de los procedimientos involucrados.

Por otro lado, Park y Li (2021) enfatizan en sus hallazgos la sostenibilidad otorgada por el blockchain por medio de la transparencia, confiabilidad, trazabilidad y eficiencia en la gestión de la cadena de suministro. Asimismo, Paliwal et al. (2020) sugieren que la tecnología blockchain facilita la clasificación de la información mediante un uso sostenible. Dichos hallazgos concuerdan con la presente investigación en términos de las tendencias identificadas del blockchain en la

cadena de suministro, y sugieren una fuerte favorabilidad de su uso como herramienta para reducir excesos, maximizar y controlar los resultados deseados.

En términos prácticos, los resultados obtenidos sugieren la necesidad de implementar el blockchain en la cadena de suministro agrícola, dado que las intervenciones proporcionan un control más fácil del abastecimiento, procesos, elaboración y producción. Por ejemplo, Luzzani, et al. (2021) demostraron la aplicabilidad del blockchain como una herramienta de gestión en la cadena de suministro del vino a través de criterios de sostenibilidad en el sistema vitivinícola que comprenden los siguientes actores: cultivo, proceso de vinificación, distribución, mayoristas, minoristas y consumidores. Los resultados muestran que el blockchain permite recopilar datos e información que son relevantes para monitorear y mejorar la sostenibilidad. Las empresas vitivinícolas se familiarizan con las aplicaciones de blockchain y mejoras en la trazabilidad y transparencia a lo largo de la cadena de suministro, al mismo tiempo, un aumento en la confianza entre las partes interesadas desde el proveedor hasta el consumidor.

Mientras tanto, Casino, et al. (2021) analizaron la tecnología blockchain en la trazabilidad de los productos en la cadena de suministro láctea, acudiendo a la solución de los problemas a la hora de proporcionar pruebas de cumplimiento normativo, como información necesaria para la aprobación de productos a las autoridades respectivas. Los procesos implementados han sido por medio de contratos inteligentes y se han realizado diferentes pruebas en una cadena de bloques privada local de la empresa para mostrar la viabilidad y el rendimiento del método propuesto, dando como resultado los beneficios generales del modelo de bloques propuesto para medir la trazabilidad.

Los hallazgos de Wang, Z. et al. (2020) tienen implicaciones para la cadena de suministro prefabricada dado que presentan un marco de gestión de información basado en blockchain para la cadena de suministro de construcción prefabricada, considerando su alto potencial para impulsar innovaciones en métodos de construcción limpios, seguros y altamente eficientes en la industria. Durante el marco propuesto de gestión de información, se expone en detalle la aplicabilidad y los procesos de desarrollo del blockchain y se desarrollan algoritmos para contratos inteligentes con el fin de implementar el modelo. Los resultados obtenidos, demuestran

que el blockchain facilita la entrega a tiempo de componentes prefabricados (PC) y rastrea los motivos de las disputas centradas en PC en la cadena de suministro de prefabricados.

Por otro lado, los resultados obtenidos por Wang et al. (2021) sobre la planeación financiera en la cadena de suministro con la ayuda del blockchain, sugieren la necesidad de implementar flujos de información de los socios de varios niveles de la cadena de suministro, registrando en la cadena de bloques cada movimiento, lo que mejora la confianza mutua y reduce los riesgos inciertos en la red tradicional. Por ejemplo, Yinuo Finance, ubicada en China, inició este proyecto a principios de 2017 y ha logrado buenos resultados desde entonces, logrando en solo un año más de 7 mil millones de activos registrados en su cadena de bloques.

Lin, X. et al. (2021) desarrollaron un marco sobre la evaluación del ciclo de vida de los productos basado en blockchain, dado que las bases de datos de inventario son genéricas y no proporcionan un proceso específico utilizado por un fabricante. El marco propuesto del blockchain se desarrolla con el fin de contrarrestar el desconocimiento del impacto ambiental real de cada proveedor y comparar el desempeño ambiental de las opciones alternativas en la cadena de suministro industrial. En términos prácticos, los resultados obtenidos sugieren que la tecnología blockchain se adapta para asegurar y transmitir datos de inventario de proveedores ascendentes a fabricantes descendentes, adquiriendo datos más específicos a lo largo de la cadena de suministro en tiempo real. Al mismo tiempo, se evidencia una mejora en la precisión, privacidad y actualización automática de los datos del inventario.

Los resultados de Philipp et al. (2019) presentan la gestión del personal en cadenas de suministro marítimo sostenibles y contratos inteligentes basados en blockchain, con el propósito de diseñar intervenciones enfocadas en los costos de transacción y ejecución, así como el tiempo del proceso además de la intermediación tradicional que estas sucesiones padecen en la vía tradicional. Por ejemplo, una empresa en los puertos de Wismar en Alemania, lugar de tráfico de mercancías de norte a sur entre Europa Central y Escandinavia. Su flujo de mercancías es constante y numeroso por lo que es necesario muchos actores que comprenden desde los agentes portuarios, agentes marítimos y transitarios, pilotos de barcos, capitanes de remolcadores, oficina portuaria, operadores de terminales, por lo que fue necesario implementar unas estructuras lógicas colaborativas mediante los contratos inteligentes, impulsados por la tecnología blockchain,

logrando simplificar la logística portuaria y de la misma manera conseguir mayor eficiencia en los procesos portuarios.

Limitaciones

El documento tiene sesgos de retención debido a que los autores aplicaron los criterios de inclusión y exclusión de manera independiente, sin contrastar sus evaluaciones entre sí. Además, se evitó el uso de literatura gris mediante el manejo de bases de datos reconocidas como Emerald, Scopus y entre otras, lo cual genera sesgos de selección. Tampoco se controlaron los sesgos de expectativas, ya que durante la elaboración de la investigación no se usaron procedimientos de contraste ni confirmación en la extracción y síntesis de la información.

La presente investigación proporciona una estructura para nuevas investigaciones que abordan vacíos de conocimiento y avanzan en el área de blockchain en la cadena de suministro de los diferentes sectores productivos de la economía para la correcta implementación dentro de las empresas. En investigaciones futuras, se recomienda un control de selección de información mediante mecanismos de triangulación en la extracción de datos y transformación de la información, con el fin de evitar sesgos al momento de llevar a cabo la revisión de literatura por parte de los autores.

Conclusiones

En definitiva, el uso del blockchain en la cadena de suministro nos permitió identificar las tendencias en los diferentes sectores productivos de la economía, destacándose el alimenticio, agricultor, construcción, salud, industrial, marítimo y el medioambiental. El principal hallazgo de la revisión de literatura fue la segmentación del uso de la tecnología blockchain en 6 categorías (gestión, planeación, trazabilidad, eficiencia, sostenibilidad y transparencia), que demuestran la aplicabilidad del blockchain en las distintas áreas de la cadena de suministro.

Además, se identificaron vacíos en los estudios de caso respecto a la aplicabilidad del blockchain en la cadena de suministro para la correspondiente adaptación y mejora del desarrollo de los procesos internos de cada industria en las respectivas cadenas de suministro con el propósito

de crear valor para las partes involucradas dado que su aplicación dentro de la cadena de suministro tiende a ser compleja, ya que es necesario cambiar, adaptar o incorporar una estructura acorde a las necesidades de la empresa. Las principales implicaciones para la toma de decisiones derivadas de este estudio se relacionan con la mejora en la gestión y planeación de la información, teniendo en cuenta que la comunicación eficaz es de suma importancia dentro de las cadenas de suministro.

Declaración ética

Como esta investigación se realiza con datos secundarios, el proyecto no tiene implicaciones éticas ni sociales.

Los autores declaran que este trabajo de grado se acoge a los principios, preceptos, definiciones e indicaciones establecidos en la “Política de propiedad intelectual” vigente en la Universidad El Bosque (Acuerdo No. 12746 de 2014), así como la Circular No. 06 de 2002 de la Dirección nacional de derechos de autor.

Al tenor de lo anterior los autores de este trabajo de grado ratifican que su trabajo es original y cumple con todo lo reglamentario sobre derechos de autor, siendo los autores los únicos responsables del contenido y las ideas planteadas en el presente manuscrito.

Referencias

- Ada, N. et al. (2021). Blockchain technology for enhancing traceability and efficiency in automobile supply chain—a case study. *Sustainability*, 13(24), 13667.
<https://www.mdpi.com/2071-1050/13/24/13667>
- Agí, M. & Jha, A. (2022). *Blockchain technology in the supply chain: An integrated theoretical perspective of organizational adoption*. *International Journal of Production Economics*, 247, 108458. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527322000512>
- Ahmad, R. et al. (2022). *Blockchain in oil and gas industry: Applications, challenges, and future trends*. *Technology in Society*, 68, 101941.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160791X22000823>
- Ahmed, W. & MacCarthy, B. (2021). Blockchain-enabled supply chain traceability in the textile and apparel supply chain: A case study of the fiber producer, Lenzing. *Sustainability*, 13(19), 10496. <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/19/10496>
- Ali, M et al. (2021). *A sustainable Blockchain framework for the halal food supply chain: Lessons from Malaysia*. *Technological Forecasting and Social Change*, 170, 120870.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162521003024>
- Alles, M. & Gray, G. (2020). “The first mile problem”: Deriving an endogenous demand for auditing in blockchain-based business processes. *International journal of accounting information systems*, 38, 100465.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1467089520300324>
- Almutairi, K. et al. (2022). Blockchain Technology application challenges in renewable energy supply chain management. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-18.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-021-18311-7>

- Alzahrani, S. et al. (2022). *Assessment of the blockchain technology adoption for the management of the electronic health record systems*. IEEE Transactions on Engineering Management. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9763354/>
- Ara, R. et al. (2021). *A new blockchain system design to improve the supply chain of engineering, procurement and construction (EPC) companies—a case study in the oil and gas sector*. Journal of Engineering, Design and Technology. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JEDT-01-2021-0047/full/html>
- Arora, A. et al. (2019). *Blockchain Technology Transforms E-Commerce for Enterprises*. In International Conference on Recent Developments in Science, Engineering and Technology (pp. 26-34). Springer, Singapore. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-15-5830-6_3
- Bager, S. et al. (2022). *Blockchain is not a silver bullet for agro-food supply chain sustainability: Insights from a coffee case study*. Current Research in Environmental Sustainability, 4, 100163. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S266604902200041X>
- Baharmand, H. et al. (2021). *Exploring the application of blockchain to humanitarian supply chains: insights from Humanitarian Supply Blockchain pilot project*. International Journal of Operations & Production Management. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJOPM-12-2020-0884/full/html>
- Bal, M. & Pawlicka, K. (2021). *Supply chain finance and challenges of modern supply chains*. LogForum, 17(1). <https://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-85db7093-c32c-4711-87ac-97aea50162b2>

- Brookbanks, M. & Parry, G. (2022). The impact of a blockchain platform on trust in established relationships: a case study of wine supply chains. *Supply Chain Management: An International Journal*. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/SCM-05-2021-0227/full/html>
- Caldarelli, G. et al. (2020). Overcoming the blockchain oracle problem in the traceability of non-fungible products. *Sustainability*, 12(6), 2391. <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/6/2391>
- Chang, S. & Chen, Y. (2020). When blockchain meets supply chain: A systematic literature review on current development and potential applications. *IEEE Access*, 8, 62478-62494. <https://ieeexplore.ieee.org/iel7/6287639/8948470/09047881.pdf>
- Cheng, J. et al. (2021). Evaluation index system of blockchain technology feasibility towards power material supply chain. *Energy Reports*, 7, 968-978. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352484721009847>
- Carlan, V. et al. (2022). Cost-effectiveness and gain-sharing scenarios for purchasing a blockchain-based application in the maritime supply chain. *European Transport Research Review*, 14(1), 1-19. <https://etr.springeropen.com/articles/10.1186/s12544-022-00545-2>
- Carrières, V. et al. (2022). Measuring the Value of Blockchain Traceability in Supporting LCA for Textile Products. *Sustainability*, 14(4), 2109. <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/4/2109>
- Casino, F. et al. (2021). Blockchain-based food supply chain traceability: a case study in the dairy sector. *International Journal of Production Research*, 59(19), 5758-5770. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00207543.2020.1789238>

- Ceptureanu, S. et al. (2021). *Influence of blockchain adoption on technology transfer, performance and supply chain integration, exhibity and responsiveness. A case study from IT&C medium size enterprises*. Studies in Informatics and Control, 30(3), 61-74.
<https://openresearch.lsbu.ac.uk/item/8x54w>
- Coase, R. (1937). La naturaleza de la empresa. *Económica*, 4 , 386–405.
https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-349-24002-9_3
- Cocco, L. et al. (2021). A blockchain-based traceability system in agri-food SME: Case study of a traditional bakery. *IEEE Access*, 9, 62899-62915.
<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9410538>
- Cole, R. et al. (2019). Tecnología blockchain: implicaciones para las operaciones y la gestión de la cadena de suministro. *Gestión de la cadena de suministro: una revista internacional*.
<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/SCM-09-2018-0309/full/html>
- Compagnucci, L. et al. (2022). *Uncovering the potential of blockchain in the agri-food supply chain: An interdisciplinary case study*. *Journal of Engineering and Technology Management*, 65, 101700.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0923474822000303>
- Danese, P. et al. (2021). Designing blockchain systems to prevent counterfeiting in wine supply chains: a multiple-case study. *International Journal of Operations & Production Management*. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJOPM-12-2019-0781/full/html>
- De Carvalho, P. et al. (2022). *Blockchain-Enabled supply chains: An application in fresh-cut flowers*. *Applied Mathematical Modelling*, 110, 841-858.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0307904X22002906>

Dietrich, F. et al. (2021). Review and analysis of blockchain projects in supply chain management.

Procedia computer science, 180, 724-733.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050921003446>

Dutta, P. et al. (2020). Blockchain technology in supply chain operations: Applications, challenges and research opportunities. *Transportation research part e: Logistics and transportation review*, 142, 102067.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1366554520307183>

Etemadi, N. et al. (2021). *Supply chain disruption risk management with blockchain: a dynamic literature review*. *Information*, 12(2), 70. <https://www.mdpi.com/990098>

Fu, H. et al. (2020). Blockchain-based agri-food supply chain management: case study in China. *International Food and Agribusiness Management Review*, 23(5), 667-679.

<https://www.wageningenacademic.com/doi/abs/10.22434/IFAMR2019.0152>

Garcia, R. et al. (2022). *Exploiting smart contracts in PBFT-based blockchains: A case study in medical prescription system*. *Computer Networks*, 211, 109003.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1389128622001669>

Garrard, R. & Fielke, S. (2020). Blockchain for trustworthy provenances: A case study in the Australian aquaculture industry. *Technology in society*, 62, 101298.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160791X19304841>

Gausdal, A. et al. (2018). Applying blockchain technology: Evidence from Norwegian companies. *Sustainability*, 10(6), 1985. <https://www.mdpi.com/2071-1050/10/6/1985>

Geyskens, I. et al. (2006). Hacer, comprar o aliado: un metanálisis de la teoría del costo de transacción. *Diario de la Academia de Administración*, 49 (3), 519-543.

<https://journals.aom.org/doi/abs/10.5465/amj.2006.21794670>

- Gong, Y. et al. (2022). Blockchain application in circular marine plastic debris management. *Industrial Marketing Management*, 102, 164-176.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0019850122000104>
- Gong, Y. et al. (2022). Blockchain-based recycling and its impact on recycling performance: A network theory perspective. *Business Strategy and the Environment*.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/bse.3028>
- Guido, R. et al. (2020). A framework for food traceability: case study–Italian extra-virgin olive oil supply chain. *International Journal of Industrial Engineering and Management*, 11(1), 50.
<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85083581451&partnerID=40&md5=04379d8beb25ccf5491f74d92167d88d>
- Han, X. & Rani, P. (2022). *Evaluate the barriers of blockchain technology adoption in sustainable supply chain management in the manufacturing sector using a novel Pythagorean fuzzy-CRITIC-CoCoSo approach*. *Operations Management Research*, 1-18.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s12063-021-00245-5>
- Hrouga, M. et al. (2022). The potentials of combining Blockchain technology and Internet of Things for digital reverse supply chain: a case study. *Journal of Cleaner Production*, 337, 130609. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652622002505>
- Huang, L et al. (2022). *New Business Form of Smart Supply Chain Management Based on “Internet of Things+ Blockchain”*. *Mobile Information Systems*, 2022.
<https://www.hindawi.com/journals/misy/2022/1724029/>

- Humayun, M. et al. (2022). *Securing Drug Distribution Systems from Tampering Using Blockchain*. *Electronics*, 11(8), 1195. <https://www.mdpi.com/1580208>
- Hussain, M. et al. (2021). Dispositivos IoT basados en blockchain en la gestión de la cadena de suministro: una revisión sistemática de la literatura. *Sostenibilidad*, 13 (24), 13646. <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/24/13646>
- Iacovou, C. et al. (1995). Electronic data interchange and small organizations: Adoption and impact of technology. *MIS quarterly*, 465-485. <https://www.jstor.org/stable/249629>
- IBM. (s.f) *¿Qué es la tecnología de blockchain?* <https://www.ibm.com/co-es/topics/what-is-blockchain>
- Ji, T. et al. (2022). *A Regulated Anticounterfeiting Traceability Metamodel Based on Blockchain in Supply Chain in the Era of IR 4.0*. *Journal of Nanomaterials*, 2022. <https://www.hindawi.com/journals/jnm/2022/4305966/>
- Karuppiah, K. et al. (2021). A decision-aid model for evaluating challenges to blockchain adoption in supply chains. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 1-22. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13675567.2021.1947999>
- Katsikouli, P. et al. (2021). On the benefits and challenges of blockchains for managing food supply chains. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101(6), 2175-2181. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jsfa.10883>
- Kouhizadeh, M. et al. (2021). Blockchain technology and the sustainable supply chain: Theoretically exploring adoption barriers. *International Journal of Production Economics*, 231, 107831. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925527320302012>
- Kraft, S. & Kellner, F. (2022). *Can Blockchain Be a Basis to Ensure Transparency in an Agricultural Supply Chain?* *Sustainability*, 14(13), 8044. <https://www.mdpi.com/1707120>

- Kshetri, N. (2021). *Blockchain and sustainable supply chain management in developing countries*. International Journal of Information Management, 60, 102376.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0268401221000694>
- Kshetri, N. (2022). *Blockchain systems and ethical sourcing in the mineral and metal industry: a multiple case study*. The International Journal of Logistics Management.
<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJLM-02-2021-0108/full/html>
- Li, L. & Zhou, H. (2021). A survey of blockchain with applications in maritime and shipping industry. Information Systems and e-Business Management, 19(3), 789-807.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s10257-020-00480-6>
- Lim, M. et al. (2021). *A literature review of blockchain technology applications in supply chains: A comprehensive analysis of themes, methodologies and industries*. Computers & Industrial Engineering, 154, 107133.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360835221000371>
- Lin, X. et al. (2021). *The Application of Blockchain-Based Life Cycle Assessment on an Industrial Supply Chain*. Sustainability, 13(23), 13332. <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/23/13332>
- Liu, L. et al. (2021). Mitigating information asymmetry in inventory pledge financing through the Internet of things and blockchain. Journal of Enterprise Information Management. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JEIM-12-2020-0510/full/html>
- Liu, X. et al. (2021). *Blockchain-based smart tracking and tracing platform for drug supply chain*. Computers & Industrial Engineering, 161, 107669.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360835221005738>

- Lotfi, R. et al. (2021). Viable supply chain network design by considering blockchain technology and cryptocurrency. *Mathematical problems in engineering*, 2021.
<https://www.hindawi.com/journals/mpe/2021/7347389/>
- Long, W. et al. (2021). *An end-to-end bidirectional authentication system for pallet pooling management through blockchain internet of things (BIoT)*. *Journal of Organizational and End User Computing (JOEUC)*, 33(6), 1-25. <https://www.igi-global.com/article/an-end-to-end-bidirectional-authentication-system-for-pallet-pooling-management-through-blockchain-internet-of-things-biot/290349>
- Low, X. et al. (2021). Development of Traceability System for Seafood Supply Chains in Malaysia. *Chemical Engineering Transactions*, 89, 427-432.
<https://www.cetjournal.it/index.php/cet/article/view/CET2189072>
- Lu, W. et al. (2021). Exploring smart construction objects as blockchain oracles in construction supply chain management. *Automation in construction*, 129, 103816. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580521002673>
- Luzzani, G. et al. (2021). *Blockchain Technology in Wine Chain for Collecting and Addressing Sustainable Performance: An Exploratory Study*. *Sustainability*, 13(22), 12898.
<https://www.mdpi.com/1369384>
- Madhwal, Y. et al. (2022). *Proof of Delivery Smart Contract for Performance Measurements*. *IEEE Access*, 10, 69147-69159. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9804482/>
- Maslin, M. et al. (2019). Research methodologies to support the development of blockchain standards. *Journal of ICT Standardization*, 7(3), 249-268.
https://www.riverpublishers.com/journal_read_html_article.php?j=JICTS/7/3/4

- Mercuri, F. et al. (2021). *Blockchain technology and sustainable business models: A case study of Devoleum*. *Sustainability*, 13(10), 5619. <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/10/5619>
- Naef, S. et al. (2022). *Blockchain and network governance: learning from applications in the supply chain sector*. *Production Planning & Control*, 1-15.
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09537287.2022.2044072>
- Ning, L. & Yuan, Y. (2021). How blockchain impacts the supply chain finance platform business model reconfiguration. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 1-21. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13675567.2021.2017419>
- Oguntegbe, K. F. et al. (2021). Blockchain technology, social capital and sustainable supply chain management. *Sinergie Italian Journal of Management*, 39(3), 163-188.
<https://ojs.sijm.it/index.php/sinergie/article/view/878>
- Orjuela, K. et al. (2021). *Towards an agriculture solution for product supply chain using blockchain: Case study Agro-chain with BigchainDB*. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B—Soil & Plant Science*, 71(1), 1-16.
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09064710.2020.1840618>
- Paliwal, V. et al. (2020). *Blockchain Technology for Sustainable Supply Chain Management: A Systematic Literature Review and a Classification Framework*.
<https://www.mdpi.com/2071-1050/12/18/7638/pdf>
- Park, A., & Li, H. (2021). The effect of blockchain technology on supply chain sustainability performances. *Sustainability*, 13(4), 1726. <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/4/1726>
- Pekarcikova, M. et al. (2021). Case Study: 3D Modelling and Printing of a Plastic Respirator in Laboratory Conditions. *Applied Sciences*, 12(1), 96. <https://www.mdpi.com/2076-3417/12/1/96>

- Pérez, J.J. et al. (2020). Trazabilidad de la ropa lista para usar a través de la tecnología blockchain. *Sostenibilidad*, 12 (18), 7491. <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/18/7491>
- Philipp, R. et al. (2019). Blockchain and smart contracts for entrepreneurial collaboration in maritime supply chains. *Transport and Telecommunication*, 20(4), 365-378.
https://www.researchgate.net/profile/Robert-Philipp/publication/337472180_Blockchain_and_Smart_Contracts_for_Entrepreneurial_Collaboration_in_Maritime_Supply_Chains/links/5dd978c4299bf10c5a2e22fe/Blockchain-and-Smart-Contracts-for-Entrepreneurial-Collaboration-in-Maritime-Supply-Chains.pdf
- Prause, G. & Boevsky, I. (2019). *Smart contracts for smart rural supply chains*. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 25(3), 454-463.
<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85069886299&origin=inward&txGid=61a2c9949f49242c4a62baa8cc660d0a>
- Quinn, F. J. (1997). *What's the buzz? Logistics Management*. Vol. 36, No 2, pp. 43-47.
- Rahmanzadeh, S. et al. (2020). *Integrated innovative product design and supply chain tactical planning within a blockchain platform*. *International Journal of Production Research*, 58(7), 2242-2262.
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00207543.2019.1651947>
- Rauniyar, K. et al (2022). Gestión de riesgos de las cadenas de suministro en la era de la transformación digital: contribución y desafíos de la tecnología blockchain. *Gestión Industrial y Sistemas de Datos*.
<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IMDS-04-2021-0235/full/html>

- Park, A. & Li, H. (2021). The effect of blockchain technology on supply chain sustainability performances. *Sustainability*, 13(4), 1726. <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/4/1726/pdf>
- Retamal, C. et al. (2017). La blockchain: fundamentos, aplicaciones y relación con otras tecnologías disruptivas. *Economía industrial*, 405, 33-40. <http://www.minetad.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/405/DOLADER,%20BEL%20Y%20MU%C3%91OZ.pdf>
- Rodríguez, J. et al. (2019). Plan de mejoras al sistema de trazabilidad de medicamentos en Cuba. *Cuadernos Latinoamericanos De Administración*, 15(29). <https://revistas.unbosque.edu.co/index.php/cuaderlam/article/view/2858/2300>
- Rodríguez-Espíndola, O. et al. (2020). *The potential of emergent disruptive technologies for humanitarian supply chains: the integration of blockchain*, Artificial Intelligence and 3D printing. *International Journal of Production Research*, 58(15), 4610-4630. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00207543.2020.1761565>
- Roeck, D et al. (2020). *Distributed ledger technology in supply chains: A transaction cost perspective*. *International Journal of Production Research*, 58(7), 2124-2141. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00207543.2019.1657247>
- Rogerson, M. & Parry, G. (2020). *Blockchain: case studies in food supply chain visibility*. *Supply Chain Management: An International Journal*, 25(5), 601-614. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/SCM-08-2019-0300/full/html>
- Sivula, A. et al. (2021). *Requirements for blockchain technology in supply chain management: an exploratory case study*. <https://osuva.uwasa.fi/handle/10024/11823>

- Sadeghi, M. et al. (2022). Prioritizing requirements for implementing blockchain technology in construction supply chain based on circular economy: Fuzzy Ordinal Priority Approach. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 1-22.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s13762-022-04298-2>
- Sangari, M. & Mashatan, A. (2022). *A data-driven, comparative review of the academic literature and news media on blockchain-enabled supply chain management: Trends, gaps, and research needs*. *Computers In Industry*.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S01663612522001658>
- Schmidt, CG y Wagner, SM (2019). Blockchain y las relaciones de la cadena de suministro: una perspectiva de la teoría del costo de transacción. *Revista de Gestión de Compras y Suministros*, 25 (4), 100552.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1478409218301298>
- Sengupta, T. et al. (2021). Disruptive technologies for achieving supply chain resilience in COVID-19 era: An implementation case study of satellite imagery and blockchain technologies in fish supply chain. *Information Systems Frontiers*, 1-17.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s10796-021-10228-3>
- Shah, H. et al. (2021). *Blockchain for COVID-19: a comprehensive review*. *Personal and Ubiquitous Computing*, 1-28. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00779-021-01610-8>
- Song, J. et al. (2022). *Proxy Re-Encryption-Based Traceability and Sharing Mechanism of the Power Material Data in Blockchain Environment*. *Energies*, 15(7), 2570.
<https://www.mdpi.com/1996-1073/15/7/2570>

- Stranieri, S. et al. (2021). Exploring the impact of blockchain on the performance of agri-food supply chains. *Food Control*, 119, 107495.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956713520304114>
- Sultana, J. et al. (2022). *The Impact of Blockchain on Supply Chains: A systematic Review*. *Australasian Journal of Information Systems*, Vol 26
<https://journal.acs.org.au/index.php/ajis/article/view/3755>
- Sundarakani, B. et al. (2021). *Big data driven supply chain design and applications for blockchain: An action research using case study approach*. *Omega*, 102, 102452.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030504832100061X>
- Tan, W. K. A. & Sundarakani, B. (2020). Assessing Blockchain Technology application for freight booking business: A case study from Technology Acceptance Model perspective. *Journal of Global Operations and Strategic Sourcing*.
<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JGOSS-04-2020-0018/full/html>
- Teodorescu, M. & Korchagina, E. (2021). *Applying blockchain in the modern supply chain management: Its implication on open innovation*. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 7(1), 80. <https://www.mdpi.com/1017460>
- Tönnissen, S. & Teuteberg, F. (2020). *Analyzing the impact of blockchain-technology for operations and supply chain management: An explanatory model drawn from multiple case studies*. *International Journal of Information Management*, 52, 101953.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S026840121930101X>
- Tribis, Y. et al. (2018). Supply chain management based on blockchain: A systematic mapping study. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 200, p. 00020). EDP Sciences.
<https://www.matec->

conferences.org/articles/mateconf/abs/2018/59/mateconf_iwtsce2018_00020/mateconf_iwtsce2018_00020.html

- Tseng, C. & Shang, S. (2021). Exploring the sustainability of the intermediary role in blockchain. *Sustainability*, 13(4), 1936. <https://www.mdpi.com/995640>
- Varavallo, G et al. (2022). *Traceability Platform Based on Green Blockchain: An Application Case Study in Dairy Supply Chain*. *Sustainability*, 14(6), 3321. <https://www.mdpi.com/1538808>
- Wamba, F. et al. (2019). *Bitcoin, Blockchain and Fintech: a systematic review and case studies in the supply chain*. *Production Planning & Control*, 31:2-3, 115-142. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09537287.2019.1631460>
- Wang, H. et al. (2021). The impact of blockchain technology on consumer behavior: A multimethod study. *Journal of Management Analytics*, 8(3), 371-390. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/23270012.2021.1958264>
- Wang, L. et al. (2021). Value creation in blockchain-driven supply chain finance. *Information & Management*, 103510. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378720621000847>
- Wang, Z. et al. (2020). Blockchain-based framework for improving supply chain traceability and information sharing in precast construction. *Automation in construction*, 111, 103063. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580519305059>
- Williamson, O. E. (1975). Markets and hierarchies: analysis and antitrust implications: a study in the economics of internal organization. *University of Illinois at Urbana-Champaign's Academy for Entrepreneurial Leadership Historical Research Reference in Entrepreneurship*. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1496220

- Williamson, O. E. (2007). The economic institutions of capitalism. Firms, markets, relational contracting. In *Das Summa Summarum des Management* (pp. 61-75). Gabler.
https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-8349-9320-5_6
- Wong, S. et al. (2021). Technical sustainability of cloud-based blockchain integrated with machine learning for supply chain management. *Sustainability*, 13(15), 8270.
<https://www.mdpi.com/2071-1050/13/15/8270>
- Wünsche, J. & Fernqvist, F. (2022). The potential of blockchain technology in the transition towards sustainable food systems. *Sustainability*, 14(13), 7739.
<https://www.mdpi.com/2071-1050/14/13/7739>
- Xu, X. & He, Y. (2022). *Blockchain application in modern logistics information sharing: A review and case study analysis*. *Production Planning & Control*, 1-15.
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09537287.2022.2058997>
- Xu, X. et al. (2022). Blockchain applications in the supply chain management in German automotive industry. *Production Planning & Control*, 1-15.
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09537287.2022.2044073>
- Yacoub, G. & Castillo, M. (2021). Blockchain in your grocery basket: trust and traceability as a strategy. *Journal of Business Strategy*.
<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JBS-02-2021-0032/full/html>
- Yavad, V. et al. (2022). *Exploring the application of Industry 4.0 technologies in the agricultural food supply chain: A systematic literature review*. *Computers & Industrial Engineering*, Volume 169. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360835222003631>

- Ye, J. et al. (2022). *A hierarchical access control mechanism for supply chain data based on blockchain*. Journal of University of Electronic Science and Technology of China. <https://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTotal-DKDX202203013.htm>
- Zeng, M. et al. (2022). *A three-echelon based sustainable supply chain scheduling decision-making framework under the blockchain environment*. International Journal of Production Research, 1-21. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00207543.2022.2059719>
- Zhang, X. et al. (2022). *Information Traceability Model for the Grain and Oil Food Supply Chain Based on Trusted Identification and Trusted Blockchain*. International Journal of Environmental Research and Public Health, 19(11), 6594. <https://www.mdpi.com/1660-4601/19/11/6594>
- Zhang, Y. & Zhang, C. (2022). *Improving the Application of Blockchain Technology for Financial Security in Supply Chain Integrated Business Intelligence*. Security and Communication Networks, 2022. <https://www.hindawi.com/journals/scn/2022/4980893/>

Anexos

[Base de Datos - Proyecto de Grado Marín Torres](#)

