

**Tecnologías habilitadoras para la industria 4.0 en la gestión del proceso de suministro y su
impacto positivo en los resultados.**

Elaborado por:

Elkin Leonardo Garcia Cubillos

Maria Alejandra Martinez Barreto

Universidad EAN

Seminario de Investigación

Especialización Gerencia Logística

Bogotá

12/12/2024

Tabla de contenido

Resumen.....	4
Summary.....	4
Introducción	5
Problema de Investigación	5
Pregunta de investigación	8
Objetivo General.....	8
Objetivos específicos	9
Marco Teórico.....	9
Conceptos e Importancia.....	9
Cadena de Suministro	9
Tecnologías y Metodologías.....	12
Blockchain	12
Identificación de casos y áreas de uso	12
Machine Learning	13
Identificación de casos y áreas de uso	13
Internet de las cosas	14
Identificación de casos y áreas de uso	14
Big data.....	16
Identificación de casos y áreas de uso	17
Casos de éxito	17
Metodología de Investigación.....	17
Análisis del sector	20
Antecedentes	20
Datos estadísticos.....	22
Análisis sectorial.....	25
Análisis Documental.....	27
Discusión de resultados y conclusiones.....	31
Referencias.....	32

Figuras

Figura 1 Dispositivos Iot Conectados.....	16
Figura 2 Visualización de la red.....	19
Figura 3 Visualización años.....	19
Figura 4 Ranking Global de Competitividad de Infraestructura.....	20
Figura 5 <i>Exportaciones de Colombia 2022-2023</i>	21
Figura 6 Empresas que utilizan herramientas de la logística 4.0 en Colombia.....	22
Figura 7 Digitalización por tamaño.....	23
Figura 8 Impulsores de la digitalización por tamaño.....	24
Figura 9 Empleados en el sector de la logística en Colombia.....	25
Figura 10 Matriz EFE.....	25
Figura 11 Costo logístico.....	26
Figura 12 Precio del combustible.....	27

Resumen

La cadena de suministros se entiende como el conjunto de procesos integrados que abarca la fabricación, almacenamiento, transporte y distribución de bienes o servicios donde cada eslabón de esta cadena depende del anterior; creando así un ambiente propicio para la implementación de tecnologías de la industria 4.0, lo cual en sí es un desafío para las empresas que emprenden en este ámbito. Para analizar estas herramientas, se empleó una metodología de investigación dividida en tres etapas: desarrollo del estado del arte, búsqueda de antecedentes y evaluación de investigaciones relacionadas. La primera etapa implica comprender la importancia de la cadena de suministro y sus componentes. En la segunda etapa, se centra en la revisión de antecedentes y en evaluar investigaciones previas sobre la implementación de tecnologías en el sector. Finalmente, se integra la información recopilada en una respuesta argumentada a la pregunta de investigación, basada en datos sólidos y evidencia documentada.

Palabras Clave: Cadena de suministro, industria, procesos, tecnología.

Summary

The supply chain is understood as the set of integrated processes that includes the manufacturing, storage, transportation, and distribution of goods or services, where each link in this chain depends on the previous one, creating an environment conducive to the implementation of 4.0 Industry technologies. This, in itself, poses a challenge for companies venturing into this field. To analyze these tools, a research methodology divided into three stages was used: state of the art development, background research and evaluation of related research. The first stage involves understanding the importance of the supply chain and its components. The second stage focuses on reviewing the background and evaluating previous research on the implementation of technologies in this field. Finally, the gathered information is integrated into a reasoned answer to the research question, based on solid data and documented evidence.

Keywords: Supply chain, industry, processes, technology.

Introducción

Actualmente la industria y el consumidor han presentado notables cambios, la cadena de abastecimiento no es ajena a esto por eso ha evolucionado significativamente con la adopción de tecnologías digitales, marcando el surgimiento de lo que se conoce como la Logística 4.0. Esta revolución está transformando radicalmente la forma en que se gestionan y operan las cadenas de suministro en todo el mundo. La Logística 4.0 implica la integración de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial, el Internet de las cosas (IoT), la robótica avanzada, el análisis de datos en tiempo real, con el fin de optimizar los procesos logísticos y en general mejorar la eficiencia en la cadena de abastecimiento.

El proyecto se centra en investigar algunas herramientas de la industria 4.0 y su impacto en la cadena de suministro, se examinan los retos que han afrontado para la implementación en algunos casos de estudio, y el avance y los estudios que pretenden fortalecer el sector, con las herramientas mencionadas.

Problema de Investigación

En un mundo tan interconectado y globalizado cada día se vuelve más importante el uso de tecnologías que permitan aumentar la eficiencia, reducir costos y automatizar procesos con el fin de centrar los esfuerzos en actividades estratégicas capaces de generar un valor real en la organización, pero son muy pocos los directivos que centran sus esfuerzos y recursos para adaptar las nuevas herramientas habilitadoras que ha traído consigo la industria 4.0 dando así el origen de esta problemática, aunque es posible obtener un desempeño aceptable con tecnologías más reservadas o anticuadas, el uso de la herramienta adecuada y a la vanguardia tecnológica permitirá obtener un desempeño de talla mundial sin importar el tamaño de cada compañía (Chavez, 2012), lo que implica un cambio del paradigma continuista. Autores como (Etkin, 2007) sugieren que el “rechazo tecnológico por ciertos grupos, con el argumento de que afectan la continuidad laboral”, siendo estos los factores que dificultan la adopción de nuevas tecnológicas en la industria.

Entendiendo las herramientas tecnológicas como habilitadoras y facilitadoras, no como sustitutas del capital humano se fundamentara la base del cambio, partiendo desde herramientas básicas de software para la gestión de datos, cálculos e inventarios hasta herramientas más robustas para la planificación y optimización de la cadena de suministro, pronósticos, puntos automatizados de reorden basados en la demanda, sondeos de mercado y otras tecnologías que permitan a las compañías tomar decisiones más informadas, tener un mayor control de información y obtener así una ventaja competitiva, esto se puede atribuir a múltiples factores entre los cuales cabe destacar;

La falta de visión sistemática, en palabras del autor (Rocco, 2014)“ La mayoría de las personas deja que lo urgente le gane a lo importante” Entendiendo así que las actividades rutinarias y desafíos básicos demanden toda la atención, una visión a corto plazo, lo que impide generar acciones con un valor genuino, que permitan transformar la cadena de suministro y generar valor a largo plazo. Así mismo la cultura laboral y la dificultad para adoptarse estas nuevas tecnologías juega un papel fundamental. (Etkin, 2007) argumenta que las personas generan “límites a la incertidumbre o la ansiedad en un contexto que los individuos sienten como amenazante.” razón por la surge la resistencia al cambio, la sensación de perder el control sobre su trabajo o entorno, junto con la percepción de que las nuevas tecnologías pueden desafiar o arriesgar su posición dentro de la organización.

Un factor clave en la toma de decisiones al momento de invertir en la adopción e implementación de estas herramientas es el costo, especialmente en pequeñas y medianas empresas dada por la incertidumbre sobre el retorno de la inversión, ya que en muchos casos no se ve reflejado a corto plazo o incluso en el mismo análisis del ROI presenta resultados negativos, por lo cual se ha vuelto común la evaluación de proyectos (Monotas & Toro, 2019), con los cuales se busca evaluar y medir el riesgo esperado en crédito, riesgo de liquidez, riesgos de implementación, adopción y sobre toda la estructura financiera del proyecto.

Además de este factor, la preocupación por la vulnerabilidad de los sistemas tecnológicos, según IBM en 2019 los servicios de transporte y logística son el segundo sector con mayor porcentaje de ciberataques, porque estas herramientas se caracterizan por la interconexión de sistemas y la automatización, ampliando las vulnerabilidades de las compañías ante la filtración de datos, sabotaje y encriptación de datos.

El proceso de suministro es de vital importancia para el funcionamiento eficiente de cualquier organización, ya que garantiza la disponibilidad oportuna de materias primas, productos y servicios necesarios para la operación (Mateus, 2021). La integración de tecnologías en este proceso ha sido un área de interés creciente para las empresas en busca de mejorar la eficiencia, reducir costos y mitigar riesgos. El impacto de estas tecnologías en la gestión del proceso de suministro puede variar significativamente según factores y circunstancias, lo que ha llevado a la industria a generar síntomas cuando estas herramientas no se implementan adecuadamente o no se ajustan a las necesidades específicas de las organizaciones. Entre estos síntomas se destacan:

El costo logístico, especialmente en el transporte de la mercancía, se ve drásticamente afectado cuando no se cuenta con un control adecuado. Guasch (2022) argumenta que estos costos, particularmente en países emergentes, oscilan entre el 18% y el 35% del valor del producto. Este panorama es aún menos alentador para las pequeñas y medianas empresas, donde puede llegar hasta un 45%, debido a la ineficiencia de los procesos, la falta de automatización, la comunicación deficiente o nula, así como a la infraestructura nacional.

Otro síntoma atribuible a la falta de tecnologías es la ineficiencia en los procesos. Esto se refleja en la actualización y aplicación de nuevas herramientas tecnológicas, donde los procesos manuales están propensos a errores y se centran en la operatividad en lugar de generar valor. Esto resulta en una utilización ineficiente de los recursos. Ejemplos de esto incluyen la gestión manual de inventarios, la planificación de rutas manualmente, órdenes de compra recurrentes sin puntos de reorden automáticos e incluso líneas de producción que carecen de herramientas RFID o codificación.

Por lo tanto, el planteamiento del problema se centra en investigar y comprender el impacto de la implementación de tecnologías en la gestión del proceso de abastecimiento, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Eficiencia operativa
- Reducción de costos
- Gestión de riesgos
- Impacto en la toma de decisiones

- Adaptación organizacional

Como pronóstico para el futuro de la cadena de suministro, autores como Guasch (2022) analizan en su artículo cómo las tecnologías de seguimiento y monitoreo pueden ayudar a evaluar las condiciones de los productos desde su ubicación, las condiciones ambientales, así como el seguimiento y trazabilidad de todos los movimientos de la carga. Esto contribuirá a la disminución de los costos relacionados con el consumo de combustible debido a la ineficiencia de las rutas, el desperdicio de mercancía por un control ambiental deficiente y, a su vez, reducirá los niveles de operatividad asociados con el seguimiento manual de este proceso.

Las organizaciones modernas buscan maximizar eficiencia, obtener ventajas sobre la competencia, así como generar redes de valor con sus proveedores, consumidores y el mercado en general con la utilización de las TIC, sustentado que son y serán la base del cambio en la industria, (Velasco et al., 2023). Claramente estas herramientas deben ser ajustadas a las estrategias de cada compañía buscando proyectarse hacia el cumplimiento de la visión de la misma, sin dejar a un lado las necesidades y realidad del mercado, así mismo el modelo operacional también puede verse beneficiado ya que las herramientas habilitadoras permitirán generar nuevas formas de operar e integrar las diferentes actividades que hacen parte de la cadena de suministro, en pocas palabras, esta tiene un enfoque hacia la automatización de tareas operativas, con herramientas tales como inteligencia artificial, blockchain e Internet de las cosas (IoT), adopción de robots y sistemas automatizados de picking y packing, los datos, el histórico de la información y los pronósticos tomaran aun mayor fuerza para entender las necesidades del mercado y las nuevas tendencias.

Pregunta de investigación

¿Cuál es el impacto de las tecnologías habilitadoras en la optimización de la cadena de suministro en las organizaciones?

Objetivo General

Analizar el impacto de las tecnologías habilitadoras en los procesos que intervienen en las cadenas de suministro.

Objetivos específicos

Para dar cumplimiento al objetivo general se establecen los siguientes objetivos específicos:

- Describir a detalle el proceso de la cadena de suministro y su respectivo alcance.
- Investigar las tecnologías habilitadoras en las industrias 4.0 y su importancia en los eslabones del proceso de la cadena de suministro.
- Analizar el papel de las tecnologías de la industria 4.0 en el apoyo al proceso de la cadena de suministro

Marco Teórico

Conceptos e Importancia

Cadena de Suministro

A lo largo de los últimos años el concepto de cadena de suministro se ha entendido como la evolución de las operaciones logísticas; contemplando a su vez la planificación, ejecución, y control de los procedimientos para obtener resultados eficientes y eficaces en la entrega de mercancías, desde el origen hasta la entrega al cliente final. (Santamaria, 2012)

Por otra parte, la cadena de suministro es descrita como el proceso compuesto por todas las partes involucradas, directa e indirectamente para cumplir con los requerimientos del cliente, desde la recepción del pedido hasta la entrega a satisfacción (Chopra, 2020). En las partes involucradas se encuentran los fabricantes, proveedores, transportistas, almacenes, minoristas y los clientes finales. Además, también se integran en la cadena el desarrollo de nuevos productos, las finanzas, la distribución, las operaciones, el marketing y el servicio al cliente.

Desde otra perspectiva, se considera que la cadena de suministro se ajusta según la estructura de la organización, teniendo en cuenta cual sea la promesa de valor en el mercado, las organizaciones centran su atención en las funciones o actividades críticas para su operación. Los factores internos y externos deben

ser integrados según las actividades predominantes en la cadena (Manrique et al., 2019), dentro de los eslabones se encuentran;

Eslabón de Aprovisionamiento:

Eslabón inicial implica la adquisición de materias primas o insumos necesarios para la fase de producción o comercialización. Uno de los actores más representativo en este proceso es la creación de alianzas estratégicas, donde una óptima evaluación de proveedores conduce a negociaciones gana-gana. Esto permite mantener precios y calidad de los insumos, cumpliendo así con la promesa de valor ofrecida en el mercado. (Sánchez, 2023)

Según (Manrique et al., 2019), en esta fase se llevan a cabo procesos de valor, como la planificación de recursos, negociaciones, solicitud y recepción de pedidos, almacenamiento, controles de calidad y programación de la continuidad del suministro, con el objetivo de obtener los productos al menor costo posible.

Eslabón de Producción:

El segundo eslabón en la cadena de suministro es un proceso que no aplica para todas las organizaciones, ya que depende de la actividad económica registrada. Para aquellas compañías donde aplica este eslabón, se entiende como el proceso en el que se genera valor o se lleva a cabo la transformación de los insumos primarios hasta llegar al producto final. Esta fase se complementa con una planificación de actividades relacionadas, como la fabricación, el análisis y la organización de los recursos para la óptima producción del bien (Sánchez, 2023).

Este eslabón genera una ventaja competitiva frente a los clientes debido a la optimización de recursos y procesos internos que se complementan con eficacia, ofreciendo buen precio y tiempos de entrega adecuados. (Linzán et al., 2023)

Eslabón de Distribución:

Para (Sánchez, 2023) la última fase de la cadena de suministro es la piedra angular de todo negocio, siendo la más importante debido a la entrega al cliente del bien o servicio vendido. Las alianzas estratégicas con distribuidores logísticos o procesos internos deben ser óptimos para cumplir satisfactoriamente con lo

ofrecido al cliente. Dependiendo del tipo de acuerdo comercial con el cliente, en esta fase están involucradas las entregas, áreas marítimas y férreas. Un punto a favor en este eslabón es el posicionamiento que se logra en el mercado, gracias al cumplimiento y las entregas satisfactorias, generando así un valor adicional para toda la cadena de suministro.

Según (Manrique et al., 2019), la cadena de suministro dentro de las organizaciones desempeña un papel fundamental en el desarrollo del valor agregado que se ofrece en el mercado, al establecer una línea vertical que se extiende desde la gerencia hasta las áreas operativas. Esto genera coordinación y planificación en toda la cadena para ofrecer procesos óptimos y adaptarse a oportunidades y amenazas provocadas por cambios repentinos en factores externos. De esta manera, se mantiene la productividad y competitividad en la industria.

Como lo indica (Chopra, 2020) “el objetivo de toda cadena de suministro debe ser maximizar el valor total generado”, lo que resalta nuevamente la importancia de generar valor agregado en el mercado. El valor neto generado por la cadena es el diferencial que el cliente asume por el producto o servicio. Cuando la organización tiene la capacidad de definir el éxito de su cadena de suministro, puede enfocar su estrategia en las fuentes de ingresos, es decir, en su cliente final.

Teniendo en cuenta la importancia de la cadena de suministro, es posible analizar diferentes casos de éxito, como los de Amazon y Walmart, reconocidos como empresas diferenciadoras en el mercado debido a su operación y planificación que proporcionan servicios que generan valor agregado para sus clientes. La rápida adaptación a las nuevas tecnologías ofrecidas en el mercado les permite cumplir promesas de valor y posicionarse rentablemente en el sector, impulsando su crecimiento. Por ejemplo, Walmart, desde sus inicios, ha realizado grandes inversiones en sus procesos para ofrecer soluciones óptimas y eficaces en la provisión de todas sus tiendas, con el objetivo de brindar la mejor experiencia a sus clientes (Chopra, 2020).

Por otro lado, Amazon, una de las empresas más reconocidas a nivel global por su modelo de negocio, está incursionando y realizando pruebas piloto de su nuevo servicio Amazon Prime Air, que ofrece entrega de paquetería efectiva con drones, un servicio rápido y ágil que no ha sido implementado por ninguna otra empresa. (Juarez, 2023)

A partir de estos ejemplos, se puede analizar que la aplicación de nuevas tecnologías en la cadena de suministro genera diferenciadores importantes en el mercado, por los cuales los clientes están dispuestos a asumir costos adicionales siempre y cuando se cumpla con sus requerimientos o se les ofrezca una promesa de valor.

Tecnologías y Metodologías

Blockchain

Entre las herramientas habilitadoras de la industria 4.0, encontramos el Blockchain o cadena de bloques, que es una base de datos de registros público de todas las transacciones o eventos digitales realizados y compartidos entre los interesados, esta herramienta permite un registro seguro de la información y permite la verificación y trazabilidad de cada uno de los movimientos (Crosby & Kalyanaraman, 2016). El Blockchain puede ser utilizado para el control y seguimiento de activos de naturaleza tangible o intangible, logrando esto mediante pruebas criptográficas entre las partes interesadas sin necesidad de involucrar a un tercero como banco o entidades gubernamentales. Esto permite transacciones en línea donde cada una está protegida mediante una firma digital y claves privadas únicas por transacción. Autores tales como (Chaudhuri & Kayıkcı, 2020) argumentan que esta tecnología mejora la transparencia en cualquier tipo de transferencia haciendo énfasis en la cadena de suministro ya que permite seguimiento en tiempo real, ya que solicita autorización para cualquier tipo de modificación, facilitando así la conectividad y legitimidad de la información.

Identificación de casos y áreas de uso

Entre algunos de los casos de uso se destaca su aplicación en contratos inteligentes (Guaña-Moya et al., 2022), gracias a su aplicación de formatos generales ajustables a la naturaleza de cada contrato, es posible programar con anterioridad los criterios que se deben cumplir como cláusulas o condiciones específicas, esto optimizaría el proceso de generación y adjudicación de contratos. Un ejemplo aplicable sería en el alquiler de unas bodegas de almacenaje. El planteamiento inicial requeriría implementar reglas, lógica y condiciones para la ejecución automática, las cuales se incorporarían al código del contrato. Durante este proceso, es posible incluir eventos específicos, fechas de cierre, entre otros detalles. Lo que

normalmente sería un extenso número de procesos de solicitudes mediante correos se llevaría a cabo de forma automatizada en la plataforma de blockchain elegida.(Martínez González et al., 2023). Esto permitiría a las partes visualizar los cambios en tiempo real de manera totalmente transparente y auditable. Además, en caso de llevar a cabo otro proceso de negociación de naturaleza similar, el código fuente puede ser reutilizado como base.

El cifrado de información confidencial abarca desde datos de proveedores estratégicos hasta acuerdos de precios y fórmulas de fabricación, garantizando la seguridad de toda la información de carácter confidencial. Todos los datos están cifrados de forma segura y solo usuarios con permisos adecuados o altos cargos tendrán acceso a este tipo de información. Además, se implementa una estrategia anti falsificación para asegurar la integridad de los datos (Chaudhuri & Kayıkcı, 2020). Para productos con un alto valor o que requieran un número de serie, esta tecnología permite la verificación tanto del producto como de la transacción, lo que aumenta los niveles de seguridad y respaldo ante cualquier intento de estafa o falsificación.

Machine Learning

Machine learning es un campo o subárea de la inteligencia artificial que se centra en enseñar a un dispositivo o maquina modelos de aprendizaje y autoformación con datos proporcionados por usuarios o fuentes de información, buscando patrones de búsqueda y relaciones o conexiones entre búsquedas o términos (Frederico et al., 2019), en resumen busca el aprendizaje automático con base a algoritmos, patrones y relaciones en la información sin la necesidad de programarlos manual o explícitamente. Razón por la cual tiene un sinnúmero de áreas o actividades aplicables, ya que permite aprender de los datos que tiene la compañía y los datos externos, permite predecir y tomar decisiones informadas basada en hechos, además de ser capaz de automatizar procesos.

Identificación de casos y áreas de uso

Según lo aportado por (Frederico et al., 2019) esta herramienta permite predecir acciones y tendencias futuras basándose en datos históricos y patrones de comportamiento. Por lo tanto, es aplicable en la gestión de inventarios, ya que facilita la predicción del consumo de materias primas o material de empaque. Esto permite generar puntos de reorden, definir las cantidades mínimas de inventario y las cantidades de reorden, evaluando los históricos de compra y consumos por cada material. Esto es

fundamental para una empresa con múltiples SKUs, ya que libera fuerza de trabajo y reduce la operatividad de sus colaboradores.

Sin embargo, este tipo de implementación requiere que las compañías tengan información precisa que servirá de base para alimentar el sistema, como destaca (Liu, 2022) en su estudio:

- 36% de los encuestados considera que el Machine Learning les permitirá equilibrar la oferta y la demanda
- 28% considera que les permitirá combinar la información de múltiples sistemas para tener una visión global de los datos.
- 19% para mejorar sus previsiones de los pronósticos.

Se evidencia que en su gran mayoría busca analizar datos e información interna de sus compañías, como pronósticos de demanda, niveles de inventario, y unificar la información que tiene disponible en sus sistemas actuales, por lo cual es indispensable contar con información verídica que pueda ser manipulable, organizable y transformable para hacerlos apropiados, consistentes y valiosos para el propósito de análisis posteriores.

Internet de las cosas

El Internet de las cosas se refiere a la tecnología que permite agregar capacidades inteligentes a objetos tradicionalmente pasivos mediante dispositivos hardware específicos. Esto les permite recopilar datos y comunicarse con otros dispositivos o ejecutar funciones específicas (Barrio, 2020). Esta incorporación puede incluir sensores de movimiento, altavoces, micrófonos, reconocimiento de voz y otros dispositivos que permiten interactuar con el entorno a través de redes inalámbricas. Esto facilita el control de dispositivos y el acceso a información de forma remota, así como la automatización de tareas para ahorrar tiempo y dinero. Además, proporciona mayor comodidad gracias a los comandos de voz. Uno de los usos más frecuentes y reconocidos en la actualidad son los asistentes de voz que se integran con dispositivos de iluminación y la domótica en general.

Identificación de casos y áreas de uso

Dentro de los casos de uso más frecuentes nombrados por (Barrio, 2020) encontramos la monitorización agrícola y ganadera, juguetes, interruptores, asistentes de voz y ropas tecnológicas. Sin

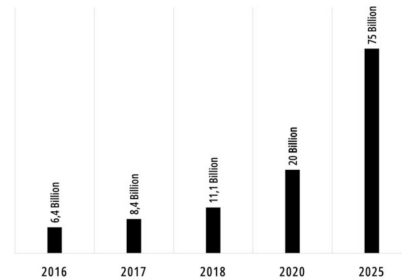
embargo, el caso de uso con mayor aplicabilidad en los procesos de abastecimiento es la logística o el transporte. Esto se fundamenta en la trazabilidad en tiempo real que permite conocer la ubicación, estado y condiciones de la mercancía en cada etapa del proceso, incluyendo su traslado o condiciones de almacenamiento. Además, mejora la calidad del servicio al ofrecer información precisa y actualizada sobre el estado de los pedidos.

Las herramientas IoT están siendo aplicadas en la gestión de inventarios, específicamente en el seguimiento de activos, materias primas o repuestos, con el objetivo de automatizar tareas como el seguimiento del inventario, la gestión de pedidos y la recepción de mercancías. También se busca facilitar el seguimiento de los pedidos y la trazabilidad de sus movimientos y ubicación final, así como la evaluación de las condiciones mediante sensores de ambiente. Sin embargo, según los autores (Kieras et al., 2022) esto implica un riesgo debido a la configuración del ecosistema de IoT, que incluye múltiples fabricantes de dispositivos con sus propios softwares de control. Esto puede resultar en descentralización y acceso a múltiples plataformas, ampliando las vulnerabilidades del sistema y haciéndolo propenso a ciberataques. Estos riesgos tienen implicaciones monetarias, legales, en el flujo de información y en la pérdida de confidencialidad.

Como lo menciona (Holtshulte, 2022), el entorno ciber físico es otra aplicación de IoT en la industria, que implica la creación de un "gemelo digital" virtual del entorno físico. Este enfoque tiene como objetivo desarrollar ideas o proyectos en un entorno digital para luego convertirlos en realidad. Esto permite crear cadenas de suministro autorreguladas y reduce los riesgos y tiempos de implementación de nuevas líneas de producción, bandas transportadoras e incluso procesos.

Figura 1

Dispositivos Iot Conectados



Nota; Número de dispositivos IoT conectados en todo el mundo de 2016 a 2025 tomado de (Holtschulte, 2022)

La gráfica anterior demuestra el potencial de crecimiento de la industria IoT. Este crecimiento permitirá que una gran cantidad de datos se puedan utilizar para análisis de información, pronósticos y tendencias, lo que a su vez será la base de nuevas industrias. Esto conducirá a procesos más eficientes, productivos, seguros y sostenibles

Big data

Con el avance de las actividades de almacenamiento de información por parte de las grandes compañías, cada vez más relevante buscar unas formas más eficientes de analizar los datos. Además, es importante considerar el tipo de datos, entendiendo esto como las fuentes en las que se registran, ya que el big data analiza datos tanto estructurados como semiestructurados (Miquel & Aced, 2020). Por esta razón, surge el término Big Data, que se refiere al conjunto de datos masivos y complejos que se generan a gran velocidad y que no pueden ser analizados de manera tradicional, destacando sus tres características fundamentales: volumen, velocidad y variedad.

Identificación de casos y áreas de uso

Walmart ha implementado la herramienta de big data en su cadena de abastecimiento con un objetivo predictivo. Específicamente, la utiliza para el pronóstico de la demanda y la optimización de inventarios basados en datos históricos y movimientos en sus almacenes. Del mismo modo, DHL utiliza esta herramienta para la optimización de sus rutas, planificando de manera eficiente los trayectos de transporte y entrega con el fin de reducir los costos logísticos.

Casos de éxito

Para entender como estas tecnologías aportan se puede analizar la implementación de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), con las cuales se han logrado disminuir el tiempo de traslado de mercancías, gracias a la generación de rutas, seguimiento y geolocalización en tiempo real, apoyado en herramientas tales como internet de las cosas, sistemas ciber-físicos, hiper conectividad, bigdata entre otros Haga clic o pulse aquí para escribir texto.(Rico & Pineda, 2020). Un ejemplo en la industria colombiana es Mercado libre quien ha optimizado de manera significativa los tiempos de tránsito gracias a herramientas tecnológicas desarrolladas de manera independiente, para el seguimiento de sus entregas, procesos de almacenamiento y despacho, con una inversión constante en investigación y desarrollo contando con su propio centro de innovación ha logrado convertirse en una empresa líder del ecommerce en Colombia.

Metodología de Investigación

El proyecto de investigación se lleva a cabo utilizando una metodología de diseño descriptivo y cualitativo documental. Esta metodología se utiliza para explicar la implementación de tecnologías habilitadoras en las organizaciones, centrándose específicamente en la cadena de suministro y su impacto en la misma.

La investigación se enriquece recopilando información sobre los conceptos y procesos que conforman la cadena de suministro, así como su importancia y los casos de éxito a nivel global. Esto se

complementa con una revisión teórica de las tecnologías habilitadoras y las metodologías de implementación. El objetivo es sintetizar toda esta información y presentar las conclusiones al final del documento.

Para sintetizar la información, el documento se desarrolla en 3 etapas;

La primera etapa del proyecto tiene como objetivo investigar el estado del arte del concepto y la importancia de la cadena de suministro, así como los eslabones que intervienen en ella. Además, se revisan las tecnologías habilitadoras como el Blockchain, el Machine Learning y el Internet de las Cosas, identificando casos y áreas de uso específicas para cada una de ellas. Para llevar a cabo esta etapa, se realiza una exploración en herramientas de investigación, repositorios de universidades, libros y artículos relevantes.

La segunda etapa del proyecto de investigación se centró en la descripción del desarrollo metodológico, la búsqueda de antecedentes, y el análisis sectorial de los artículos citados en el estado del arte. De manera similar a la primera etapa, se revisaron fuentes bibliográficas con el fin de enriquecer el desarrollo del documento.

Para realizar un análisis más profundo sobre el estado del arte de la cadena de suministro y las tecnologías habilitadoras, se exploró la herramienta Scopus. Esta búsqueda arrojó un total de 36,407 documentos utilizando los términos "Supply Chain" y "Technologies". Posteriormente, se aplicó un filtro para los últimos 10 años y se identificaron las principales áreas que serían útiles para el desarrollo del proyecto. Esto resultó en un total de 1,990 documentos que contenían palabras clave relevantes y la identificación de elementos que forman parte de la cadena de suministro, como el impacto ambiental, la resiliencia y la manufactura, así como áreas de interés adicionales, como se muestra en la Figura No. 1.

Con la base de datos exportada y la aplicación de VOSviewer, se construyó una red de información que proporciona un panorama más amplio sobre el alcance de la literatura de los últimos 10 años sobre la cadena de suministro y las tecnologías habilitadoras.

Para finalizar, en la tercera etapa se lleva a cabo una integración de la información recopilada a lo largo del desarrollo del proyecto de investigación. Esto conduce a la identificación de los principales hallazgos y los resultados obtenidos, los cuales son descritos en las conclusiones del documento.

Análisis del sector

Antecedentes

Durante el periodo de tiempo comprendido entre 2005 hasta mediados del 2015 las funciones que ejecutaba el área de abastecimiento y más específicamente el departamento de logística se centraban en actividades manuales y netamente operativas (Pérez-Mergarejo et al., 2014), Esto incluía tareas como el seguimiento de entregas de mercancía y el cálculo de fechas de ingreso de la mercancía necesaria para la producción de bienes o la prestación de servicios, con una actitud netamente reactiva. En este enfoque, las acciones se realizaban en respuesta a eventualidades sobre la marcha y con márgenes muy bajos o nulos para responder a las necesidades del momento.

Basado en reporte de la EMIS Insights - Latin America Transportation Sector Report 2023-2024, en el cual presentan un ranking de competitividad en infraestructura donde evalúan infraestructura básica, calidad de las vías, tecnológica, niveles de inversión en investigación y desarrollo, de los cuales se evaluaron 64 países y el promedio de los países latinoamericanos se encontraba en el puesto 56 en 2022 y 57 en 2023, lo que evidencia la gran problemática que presentan los países latinos en la adopción de la innovación en los sectores de logística, así mismo evidencia el potencial y las grandes oportunidades que presenta el sector. Países como Suiza que lideran la tabla tienen como modo de transporte dominante el terrestre, debido a su flexibilidad, accesibilidad y servicio puerta a puerta. “Se espera que el grupo industrial suizo de servicios de transporte experimente un crecimiento continuo en el futuro debido a los avances en la automatización y la inteligencia artificial y la adopción de métodos de transporte ecológicos”(MarketLine Industry Reports, 2023).

Figura 4

Ranking Global de Competitividad de Infraestructura

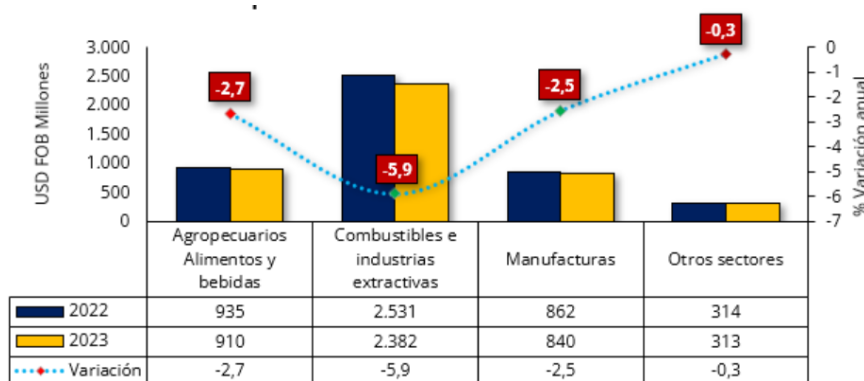
País	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Suiza	1	2	2	3	1	1	1
Dinamarca	4	3	3	2	3	2	2
Finlandia	6	6	5	4	5	4	3
Suecia	3	5	4	1	2	3	4
Países Bajos	8	9	8	9	7	5	5
NOS	2	1	1	5	6	7	6
Islandia	17	17	13	17	9	8	7
Noruega	5	4	7	6	4	6	8
Singapur	7	8	6	7	11	12	9
Latinoamérica*	55	54	56	55	55	56	57

Nota; Tomado de (EMIS, 2022) Insights - Latin America Transportation Sector Report

Estos resultados enfatizan cómo la industria ha buscado formas de aumentar la productividad en cada una de las áreas y actividades que desempeñan, como una herramienta para sobrevivir. Además, señalan los resultados negativos de América Latina, con un énfasis en Colombia, que ocupó el puesto 55, una posición peor que en años anteriores. Este hecho formula un argumento válido sobre el decrecimiento en las exportaciones de Colombia.,

Figura 5

Exportaciones de Colombia 2022-2023



Nota; Tomado del informe anual de ANALDEX

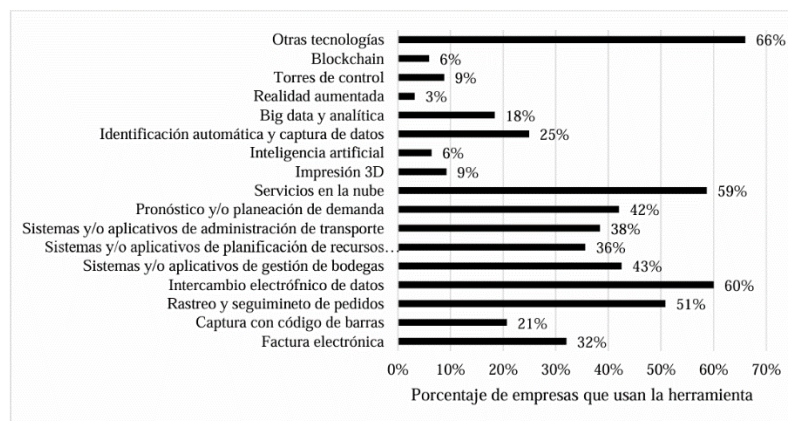
En el año 2023 las ventas externas sumaron un total de 49.542,9 millones de USD lo que respeta una variación negativa del -12,9% frente al año 2022 que sumaron un total de 56.910,1 millones de USD, específicamente esta baja se da por sectores como productos alimenticios, combustibles y manufactura.

Datos estadísticos

Considerando el estudio realizado por (Prieto & Castiblanco, 2023) mediante el cual analizan la situación actual en las compañías importadoras de Colombia en lo que respecta la implementación de estas tecnologías.

Figura 6

Empresas que utilizan herramientas de la logística 4.0 en Colombia



Nota. Adaptado de herramientas logísticas 4.0 implementadas en compañías importadoras de la zona franca de Bogotá (p. 20), Prieto Felipe, A. F., & Castiblanco Junco, 2023.

Es posible identificar que un porcentaje pequeño de las empresas pertenecientes al sector evaluado han implementado algunas tecnologías y herramientas, pero estas no están a la vanguardia tecnológica. Un ejemplo de ello es el intercambio electrónico, desarrollado en 1996, que realmente no puede considerarse una herramienta tecnológica diferenciadora. Es por esto que, a pesar de que algunas herramientas están siendo implementadas, el desempeño logístico en términos de calidad, tiempos de

respuesta y entrega, refleja otra realidad. Según el (Consejo Privado de Competitividad , 2022) el 25% de los pedidos entregados en Colombia son imperfectos, y los tiempos requeridos para realizar operaciones logísticas de carga y descarga superan las 2,4 horas. Además, el informe del (Banco Mundial, 2022) que evalúa el Índice de Desempeño Logístico durante el año 2022, ubica a Colombia en un porcentaje del 2,9% sobre 5, puntuando por debajo de países como Brasil con un 3,20, Chile con 3,0 y España con 3,9. Esto sugiere que el sector tiene oportunidades significativas de mejora y se atribuye este bajo desempeño a la falta de implementación de tecnologías en los procesos de abastecimiento y logística.

Basado en la información del reporte de (ACOPI, 2022), es posible identificar aquellas tecnologías en las cuales las organizaciones están más interesadas en invertir recursos y esfuerzos así mismo se evidencia que las compañías de mayor tamaño tienen un interés superior que las pequeñas o medianas empresas; La relación entre tamaño y adopción de tecnologías es absoluta. Las mayores diferencias en tecnologías básicas se encuentran en Web propia y ventas en portal propio. Las menores son Redes sociales con fines comerciales y ventas a través de Marketplace. En cuanto a tecnologías avanzadas son más notorias las diferencias; siendo así la Localización (idC) y las mayores en Intranet, Ciberseguridad y Big Data

Figura 7

Digitalización por tamaño

Tecnologías	Micro	Pequeña	Mediana	sig
Tecnologías Básicas				
Banca digital (%)	64,4	67,7	79,5	***
Web propia (%)	58,6	70,6	90,3	***
Ventas portal propio (%)	43,3	52,9	70,8	***
Comercio electrónico Marketplace (%)	33,7	39,3	47,5	***
Teletrabajo (%)	53,1	55,5	75,8	***
Redes sociales con fines comerciales (%)	77,1	79,2	85,8	***
Tecnologías avanzadas				
ERPs (sistemas integrados de gestión) (%)	44,6	58,8	83,7	***
Intranet Corporativa (%)	35,2	48,5	79,9	***
Ciberseguridad (%)	37,5	52,2	80,9	***
Big Data y software de análisis de datos (%)	35,7	47,3	78,2	***
Robotización, sensorización (%)	26,5	34,3	62,3	***
Localización, Internet de las cosas (%)	48,4	54,3	77,3	***

Diferencias estadísticamente significativas (*): p<0,1; (**): p<0,05; (***): p<0,01.

Nota: Recuperado de digitalización y desarrollo sostenible de la mypyme en Colombia. ACOPI 2022.

“Las empresas de mayor tamaño valoran por encima de las demás todos los factores. En promedio es un 3.81, entre tanto que las pequeñas un 3.11 y las micro 3.01. Las mayores diferencias se encuentran en el grado de automatización de procesos, la digitalización de la gestión organizativa y la formación para la transformación digital. Para las micro y las pequeñas empresas el impulsor mejor calificado es conocer las posibilidades y ventajas de la digitalización, que la micro valen más. La formación para la transformación digital es el impulsor, pero valorado por las pequeñas empresas, entre tanto que, el grado de automatización lo es por las microempresas. Es posible identificar como la inversión en el desarrollo de nuevas tecnológicas por las micro y pequeñas empresas es inferior a comparación de las medianas o grandes, y esto es dado por la priorización que tiene cada una de ellas, dado que sus recursos financieros son limitados, lo cual ligado a la falta de personal especializado limita el potencial tecnológico de la mismas” (ACOPI, 2022)

Figura 8

Impulsores de la digitalización por tamaño

Impulsores	Micro	Pequeña	Mediana	sig
Conocemos bien las posibilidades y ventajas de la digitalización	3,84	3,74	4,23	***
Destinamos recursos importantes a digitalizar el negocio	2,95	3,12	3,84	***
El modelo de negocio se evalúa y actualiza en materia de digitalización	2,93	2,98	3,78	***
Nuestros empleados están preparados para el desarrollo digital de la empresa	3,04	3,08	3,74	***
Nuestros directivos tienen buena formación en digitalización	3,30	3,30	3,87	***
El grado de automatización de procesos es alto en mi empresa	2,61	2,82	3,61	***
Utilizamos la digitalización en la gestión organizativa de la empresa	2,80	3,04	3,81	***
En nuestra empresa se organiza habitualmente formación para la transformación digital	2,63	2,81	3,61	***

En una escala de 1 = poco de acuerdo a 5 = muy de acuerdo.

Diferencias estadísticamente significativas (*): $p < 0,1$; (**): $p < 0,05$; (***): $p < 0,01$; - no significativa.

Nota: Recuperado de digitalización y desarrollo sostenible de la mypyme en Colombia. ACOPI 2022.

El sector de la logística en la cadena de abastecimiento en Colombia generó un total de 75,149 empleos en 2022, presentando un decrecimiento respecto a 2021 e incluso 2020, lo que representa una tendencia

en a la baja en la cantidad de personas que trabajan en este sector lo cual se da gracias a la reducción de la operatividad en estas áreas y la adquisición de nuevas tecnologías que remplazan funciones de seguimiento y control. (EMIS, 2022)

Figura 9

Empleados en el sector de la logística en Colombia

Nomina	2022	2021	2020	2019	2018
Total de Empleados	75,149	81,780	82,450	74,182	73,456

Nota; Tomado de EMIS reporte 2022

Análisis sectorial

Con el objetivo de desarrollar un análisis sectorial es necesario considerar una serie de factores externos por lo cual la herramienta “Matriz EFE” nos permitirá analizar aquellos factores que pueden afectar el desempeño del sector logístico y así mismo entender las oportunidades dándoles un nivel de importancia relativa de cada uno de los factores;

Figura 10

Matriz EFE

Sector logístico, cadena de abastecimiento			
Factores externos	Importancia	Calificación	Valor
Oportunidades			
la infraestructura en la zona o sectores en la cual se desarrolla la actividad es la adecuada.	10%	3	0,3
Es posible encontrar personal con las habilidades y capacidades necesarias.	6%	3	0,18
Crecimiento del comercio electrónico.	5%	4	0,2
Se están desarrollo nuevas tecnologías logísticas y herramientas de la industria 4.0	15%	3	0,45
Expansión de nuevos mercados.	7%	3	0,21
Regulación favorable para el sector logístico.	7%	3	0,21
Subtotal fortalezas	50%	19	1,55
Amenazas			
Competencia elevada.	10%	2	0,2
Volatilidad de los precios del combustible.	5%	2	0,1
Inestabilidad económica y política.	2%	3	0,06
Costos elevados involucrados en la implementación de nuevas herramientas tecnológicas.	25%	4	1
Regulaciones ambientales más estrictas.	3%	1	0,03
Decrecimiento en la Economía global	5%	2	0,1
Subtotal amenazas	50%	14	1,49
Total	100%		3,04

Nota; Elaboración propia

En las oportunidades se evidencia que es posible encontrar personal altamente capacitado, que cuenta con las habilidades y conocimiento necesarios, así mismo como se ha mencionado en el desarrollo de este documento la tecnología está transformando la industria logística convirtiéndolo en un proceso mucho más estratégico basado en tendencias, pronósticos y análisis de datos, como lo menciona la asociación nacional de comercio exterior en 2020 el 88,7% de las empresas encuestadas ha implementado alguna herramienta tecnológica, así mismo este reporte nos habla de cómo los nuevos sectores y mercados le han dado una gran relevancia a la logística centrándose en el pedido perfecto entendiéndose este como el cumplimiento en la fecha acordada y la cantidad acordada, con un % de cumplimiento del 74,6%, así mismo las regulaciones a nivel país buscan favorecer el costo logístico dado que tiene un impacto directo en el costo de los productos.

Figura 11

Costo logístico



Nota; Tomado de ANALDEX

En lo que respecta las amenazas este sector cuenta con un alto nivel de competitividad y a nivel global se cuenta con un alto nivel de volatilidad en el precio del combustible y una gran variación de precio acorde a la realidad de cada país, así como su fácil acceso a este recurso, como representa la siguiente grafica;

Figura 12

Precio del combustible



Nota; Toma de Global petrol prices

Adicional a las amenazas anteriormente mencionadas cada día son más estrictas las regulaciones ambientales que tiene un impacto directo en los procesos logísticos, un ejemplo de esto es la unión europea que busca la neutralidad climática en el año 2050 para lo cual plantearon el proyecto “Movilidad sostenible e inteligente” que busca reducir un 90% las emisiones de dióxido de carbono (CO2), el Reino Unido planteo el “Plan verde” en donde las medidas a destacar son Acelerar el cambio a vehículos de cero emisiones, para lo cual en 2030 finalizaran la venta de vehículos a gasolina o diésel, así mismo tomaran medidas con las barcos y aviones de carga que generen 0 emisiones. (Gobierno del Reino Unido, 2020) .

Análisis Documental

Tabla de referencias de investigación

	Tipo de documento	Título	Tema aportado	Análisis del documento
1	Artículo	BlockChain Technology: Beyond Bitcoin	Definición, implementación y riesgos del BlockChain	El estudio del Blockchain y su implementación en entidades financieras y no financieras resulta ser atractiva para dar soluciones a los problemas que se enfrentan las organizaciones. Aunque el documento tiene más de 5 años de publicado, se evidencia la importancia de implementar

				tecnologías habilitadoras para que la optimización y eficiencia sobresalga en los procesos internos.
2	Libro	"Blockchain and Supply Chain Logistics"	Definición, implementación, casos en Logística, historia	El libro define el blockchain y su implementación en diferentes sectores, como son alimentación, salud, transporte, manufactura, comercio al por menor y Logística inversa. Por lo anterior, se amplía el conocimiento sobre el impacto que esta tecnología habilitadora tiene en las industrias y su contribución en los casos de éxito.
3	Artículo	Tecnología Blockchain, qué es y cómo funciona	Como funciona, antecedentes, importancia, casos	En este artículo se estudian los antecedentes, la importancia, los tipos y las aplicaciones actuales del Blockchain. Según lo anterior, el documento complementa el proyecto de investigación por la información recopilada para sustentar su aplicación dentro de la cadena de suministro.
4	Artículo	Supply Chain 4.0: concepts, maturity and research agenda	Machine Learning, definición, implementación casos de estudio	Este artículo analiza la cadena de suministro 4.0 desde su concepto hasta la evolución del mismo. Siguiendo la línea de integración que ha tenido la revolución Industria 4.0 y las cadenas de suministro. Aportando información relevante para sustentar como la industria 4.0 alimenta la cadena de suministro mejorando los eslabones de la misma.
5	Libro	"Supply Chain Analytics	Conceptos, Técnicas y Aplicaciones, Machine Learning, definición, implementación casos de estudio	Este libro expone y enriquece el proyecto de investigación por el análisis de la cadena de suministro y las actividades que están contempladas en la misma. Teniendo en cuenta esto, se tiene una perspectiva más amplia de los procesos que se desarrollan en la cadena actualmente y su impacto en las organizaciones.
6	Artículo	Análisis de la Cadena de	Investigación sobre la cadena de	El artículo analiza la cadena de suministro como un proceso evolutivo y de transformación digital

		Suministros en las empresas industriales de Guayaquil, Ecuador	suministro, y la gestión de herramientas tecnológicas en ella.	para las organizaciones, describiendo los elementos que hacen parte de la misma y como esto lleva al desarrollo organizacional.
7	Artículo	Gestión de cadena de suministro: una mirada desde la perspectiva teórica	Gestión de la cadena de suministro	Este artículo revisa detalladamente la investigación documental que se ha realizado a través de los años sobre la cadena de suministro y como se visibiliza el éxito de la cadena por la integración de procesos internos.
8	Libro	Administración de la cadena de suministro: estrategia, planeación y operación.	Definición	El libro tiene como objetivo, reconocer la importancia de un buen diseño estratégico en la cadena de suministro, y a su vez la planeación y operación de la misma. Si las organizaciones administran la cadena de forma adecuada, el documento resalta que se puede convertir en una ventaja competitiva en el mercado.
9	Artículo	Estado del Arte de la Blockchain y su Aplicación a la Cadena de Suministros de las Plataformas Petroleras en la Región de Campeche	Importancia de la Blockchain	El documento analiza como las industrias se han visto en la necesidad de adaptarse a las nuevas tecnologías y la relevancia de ellas en la cadena de suministro, dando a conocer las potenciales aplicaciones que blockchain ofrece a la cadena.
10	Libro	Internet de las cosas	Definición	El artículo explica la evolución del internet y todo lo que conlleva esta misma. Lo anterior, por los eventos repentinos y cambios abruptos que se han presentado tanto en hábitos de consumo, como en la interacción de las personas con este. El documento abarca desde temas regulatorios, y técnicos hasta los retos de seguridad y responsabilidades que esta tendencia esta involucrando.

11	Libro	IoT Supply Chain Security Risk Analysis and Mitigation	Riesgos	El libro analiza la mitigación y los riesgos que se encuentran inmersos en la CS, debido a los sistemas y procesos que cada vez se encuentran más involucrados en la cadena.
12	Libro	Digital Supply Chain and Logistics with IoT	Implementaciones en la industria	Este libro describe metodologías que han sido ejecutadas en las cadenas de suministro obteniendo resultados positivos con la implementación de tecnologías inteligentes. Contribuyendo información relevante para dar respuesta al proyecto de investigación.
13	Artículo	"La cadena de suministro en el perfil del Ingeniero Industrial: una aproximación al estado del arte"	Definición	El documento se realiza a partir de una investigación de tipo documental, donde se hace una revisión de conceptos para evaluar procesos de Logística y como buscar la integración más óptima entre eficiencia y competitividad.
14	Artículo	Big data: la revolución de los datos y su impacto en la comunicación corporativa	Conceptos, importancia	El artículo enfatiza la importancia del big data y su aplicación en las organizaciones, describiendo expectativas, retos, oportunidades y miedos que se evidencian en el entorno por la herramienta tecnológica.
15	Artículo	Mejora de la gestión de la cadena de suministros con la tecnología blockchain en el sector aguacatero colombiano	Conceptos, importancia y gestión de la cadena de suministro	Este artículo realiza un análisis de como la tecnología blockchain favorece la gestión de la cadena de suministro en las fases más relevantes de la misma. Aunque el documento está dirigido al sector aguacatero colombiano, en el desarrollo de la investigación se puede extraer información relevante para dar desarrollo a los objetivos planteados en el proyecto de investigación.

Fuente: Elaboración Propia

Discusión de resultados y conclusiones.

Teniendo en cuenta la velocidad con la que los cambios suceden tanto al interior de las organizaciones como en el entorno externo de las mismas, se ha identificado en el presente estudio una necesidad creciente de llevar a cabo procesos relacionados a la cadena de suministro de manera más eficiente y automatizada que procure la reducción de errores y con esto un aumento en la satisfacción de los consumidores de los bienes o servicios provistos a la vez que se da una reducción de costos asociados.

Esta mejora en la forma en que se llevan a cabo las actividades dentro de Supply Chain Management y las tecnologías de la industria 4.0 analizadas, como Blockchain, Machine Learning, Internet de las cosas (IoT) y Big Data las cuales ofrecen una serie de beneficios significativos, como una mayor eficiencia operativa, una mayor visibilidad y trazabilidad de los productos a lo largo de toda la cadena, una toma de decisiones más informada y ágil, así como una mayor capacidad de adaptación a los cambios del mercado y a las demandas de los clientes.

Además, se observó cómo estas tecnologías están impulsando la automatización de procesos, la optimización de inventarios, la reducción de los tiempos de entrega y la mejora de la calidad y la precisión en la gestión de los recursos y las operaciones logísticas. Contrario a los beneficios mencionados se encontró que la relación entre el tamaño de la organización y la adopción de tecnologías es absoluta, este rechazo por parte de las MiPymes se relaciona con los recursos necesarios de tipo financiero y humano asociados a dichas implementaciones. Desde la perspectiva de los ejecutores de varias de las tareas relacionadas con el proceso de suministro, existe una aversión a la entrada de este nuevo paradigma ya que con este tipo de herramientas su empleo pueda verse amenazado al eliminar la indispensabilidad de un elemento humano en la ejecución de las mismas.

En conclusión, las oportunidades identificadas sugieren que el proceso está en una posición óptima para seguir evolucionando y aprovechando al máximo las tecnologías emergentes. Aquellas empresas y empleados que logren adaptarse rápidamente a estos cambios y aprovechar las oportunidades tecnológicas disponibles estarán mejor posicionados para enfrentar los desafíos del futuro y mantenerse competitivos en un mercado cada vez más exigente.

Referencias

- ACOPI. (2022). *Digitalización Desarrollo Sostenible*. https://www.acopi.org.co/wp-content/uploads/2022/11/DigitalizacionDesarrolloSostenible_compressed.pdf
- Banco Mundial. (2022). *Indice de desempeño Logístico*. <https://datos.bancomundial.org/indicador/LP.LPI.OVRL.XQ?end=2022&start=2022&view=map>
- Barrio, M. (2020). *Internet de las cosas*. Editorial Reus. <https://elibro.net/es/lc/bibliotecaean/titulos/185096>
- Chaudhuri, A., & Kayıkcı, Y. (2020). *Blockchain and Supply Chain Logistics Evolutionary Case Studies*.
- Chavez, J. H. (2012). *Supply Chain Management*. RIL editores. <https://elibro.net/es/lc/bibliotecaean/titulos/68279>
- Chopra, S. (2020). *Administración de la cadena de suministro* (6th ed.). Pearson Educación.
- Consejo privado de competitividad*. (2022). <https://compite.com.co/informe/informe-nacional-de-competitividad-2021-2022/infraestructura-transporte-y-logistica/>
- Crosby, M., & Kalyanaraman, V. (2016). *BlockChain Technology: Beyond Bitcoin*.
- EMIS. (2022). <https://www-emis-com.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/php/benchmark/sector/indicators?indu=442&pc=C>
O
- Etkin, J. R. (2007). *Capital social y valores en la organizacion sustentable: el deber ser, poder hacer y la voluntad creativa*. Ediciones Granica. <https://elibro.net/es/lc/bibliotecaean/titulos/66680>
- Frederico, G. F., Garza-Reyes, J. A., Anosike, A., & Kumar, V. (2019). Supply Chain 4.0: concepts, maturity and research agenda. *Supply Chain Management*, 25(2), 262–282. <https://doi.org/10.1108/SCM-09-2018-0339>
- Gobierno del Reino Unido. (2020). *The Ten Point Plan for a Green Industrial Revolution (HTML version)*. <https://www.gov.uk/government/publications/the-ten-point-plan-for-a-green-industrial-revolution/title>
- Guaña-Moya, J., Roa, H. N., Marrillo, F., Ayavaca-Vallejo, L., Chiluisa-Chiluisa, M., & Moya-Carrera, B. (2022). Tecnología Blockchain, qué es y cómo funciona. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, E54, 101–114. <https://login.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/login?url=https://www.proquest.com/schol>

arly-journals/tecnología-blockchain-qué-es-y-cómo-funciona/docview/2812105701/se-2?accountid=34925

Holtshulte, A. (2022). *Digital Supply Chain and Logistics with IoT*. Springer.

Juarez, C. (2023). *Así es el nuevo dron Prime Air de Amazon para entregas ultra rápidas*. <https://thelogisticsworld.com/innovacion/asi-es-el-nuevo-dron-prime-air-de-amazon-para-entregas-ultra-rapidas/>

Kieras, T., Farooq, J., & Zhu, Q. (2022). *IoT Supply Chain Security Risk Analysis and Mitigation*.

Linzán, G., Soledispa, B., Chávez, V., & Fiallos, O. (2023). Análisis de la Cadena de Suministros en las empresas industriales de Guayaquil, Ecuador. *Revista Científica Empresarial DEBE--HABER, 1*, 3–24. <https://debe-haber.ccpaqp.org.pe/index.php/rcedh/article/view/13/16>

Liu, K. Y. (2022). Demand Management. In K. Y. Liu (Ed.), *Supply Chain Analytics: Concepts, Techniques and Applications* (pp. 271–318). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-92224-5_8

Manrique, M., Teves, J., Taco, A., & Flores, J. (2019). Gestión de cadena de suministro: una mirada desde la perspectiva teórica. *Revista Venezolana de Gerencia, 24*, 1136–1146. <https://www.redalyc.org/journal/290/29062051009/html/>

MarketLine Industry Reports. (2023). <https://www-emis-com.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/php/search/doc?dcid=804936383>

Martínez González, S., Pérez Rejón, J. Á., Herrera Sánchez, B., & Gómez Ramón, R. del C. (2023). Estado del Arte de la Blockchain y su Aplicación a la Cadena de Suministros de las Plataformas Petroleras en la Región de Campeche. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 7*(3), 5941–5961. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.6601

Miquel, S., & Aced, C. (2020). *Big data: la revolución de los datos y su impacto en la comunicación corporativa*. <https://repositori.uji.es/xmlui/handle/10234/186974>

Monotas, D., & Toro, H. (2019). *Análisis de decisiones de inversión utilizando el criterio valor presente neto en riesgo (VPN en riesgo)*. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-62302009000300020

Pérez-Mergarejo, E., Pérez-Vergara, I., & Rodríguez-Ruíz, Y. (2014). Modelos de madurez y su idoneidad para aplicar en pequeñas y medianas empresas. *Ingeniería Industrial, 35*(2), 146–158. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=108922111&lang=es&site=ehost-live&scope=site>

Prieto, A., & Castiblanco, K. (2023). *HERRAMIENTAS LOGÍSTICAS 4.0 IMPLEMENTADAS EN COMPAÑÍAS IMPORTADORAS DE LA ZONA FRANCA DE BOGOTÁ*.

- Rico, A. L., & Pineda, T. (2020). *Análisis de los antecedentes y el impacto de la logística 4.0 en el transporte terrestre de mercancías en Colombia, y proyecciones*. Universidad Cooperativa de Colombia, Facultad de Ciencias Económicas, Administrativas y Contables, Comercio Internacional, Bogotá. <https://hdl.handle.net/20.500.12494/19827>
- Rocco, L. (2014). *InvertArte: el arte de dominar tus finanzas e inversiones*. Ediciones Granica. <https://elibro.net/es/lc/bibliotecaean/titulos/113872>
- Sánchez, J. A. (2023). *MEJORA DE LA GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTROS CON LA TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN EN EL SECTOR AGUACATERO COLOMBIANO*.
- Santamaria, Roselin. (2012). La cadena de suministro en el perfil del Ingeniero Industrial: una aproximación al estado del arte. *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, III(8), 39-50. <https://www.redalyc.org/pdf/2150/215025114004.pdf>
- Velasco, N. M., Villa, S., & Camacho, S. M. (2023). *Gestión de la cadena de abastecimiento: eslabones, herramientas y tendencias*. Universidad de los Andes. <https://elibro.net/es/lc/bibliotecaean/titulos/246219>