

TENDENCIAS TECNOLÓGICAS EN LA LOGÍSTICA 4.0 PARA EL SEGUIMIENTO DE MERCANCÍA: UN ESTADO DEL ARTE

AUTOR

STEPHANIE CAROLINA CARVAJALINO ILLERA

Administradora de negocios internacionales
u9501037@unimilitar.edu.co

Artículo Trabajo Final del programa de Especialización en Gerencia Logística Integral



La U
acreditada
para todos

**ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA LOGISTICA INTEGRAL
UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DICIEMBRE, 2020**

TENDENCIAS TECNOLÓGICAS EN LA LOGÍSTICA 4.0 PARA EL SEGUIMIENTO DE MERCANCÍA: UN ESTADO DEL ARTE

TECHNOLOGICAL TRENDS IN LOGISTICS 4.0 FOR CARGO TRACKING: A STATE OF THE ART

STEPHANIE CAROLINA CARVAJALINO ILLERA
Especialización en Gerencia de Logística Integral
u9501037@unimilitar.edu.co

RESUMEN

Debido al aumento de la comercialización en línea, la transformación digital de los servicios ha tomado cada vez más fuerza, y, en consecuencia, la logística de distribución se ha convertido en un factor primordial en las organizaciones, por lo que es importante contar con una mayor trazabilidad de la mercancía para tener gran confiabilidad en la entrega. La presente investigación evidencia las principales tendencias tecnológicas que ofrece la logística 4.0 para el seguimiento de la mercancía en función de su seguridad. Se realizó una revisión bibliográfica basada en el estudio de diferentes trabajos investigativos enfocados al seguimiento de la mercancía, la seguridad de la carga y las tendencias tecnológicas en el sector, así como empresas que ofrecen servicios con tecnología en función del rastreo de mercancía. Además, se destacaron las principales características de tecnologías disruptivas como la Internet de las Cosas-IoT, Big Data, Cloud Computing, Blockchain y sensores inteligentes, exponiendo su aplicabilidad en la trazabilidad de la mercancía. Como fruto de este trabajo se resalta que las tendencias tecnológicas ofrecidas por la logística 4.0 para el tracking, generan grandes beneficios para la empresa tanto en servicio al cliente, como a nivel monetario; por lo cual, se hace imprescindible la aplicación de ellas con el objetivo de ofrecer un valor agregado en el servicio y aumentar la competitividad en el sector.

Palabras Clave: Internet de las Cosas, Logística 4.0, seguimiento de la mercancía, seguridad de la mercancía, tendencias tecnológicas

ABSTRACT

Due to the increase in online marketing, the digital transformation of services has taken more and more force, and, consequently, distribution logistics has become a primary factor in organizations, so it is important to have a greater traceability of the merchandise to have great reliability in the delivery. This research shows the main technological trends offered by logistics 4.0 for the tracking of merchandise based on its security. A bibliographic review was carried out based on the study of different investigative works

focused on the monitoring of merchandise, cargo security and technological trends in the sector, as well as companies that offer services with technology based on merchandise tracking. In addition, the main characteristics of disruptive technologies such as the Internet of Things-IoT, Big Data, Cloud Computing, Blockchain and smart sensors were highlighted, exposing their applicability in the traceability of merchandise. As a result of this work, it is highlighted that the technological trends offered by logistics 4.0 for monitoring, generate great benefits for the company both in customer service, as well as at a monetary level; Therefore, the application of them is essential in order to offer added value in the service and increase competitiveness in the sector.

Keywords: Logistics 4.0, cargo security, technological trends, cargo tracking, Internet of Things

INTRODUCCIÓN

El robo de la mercancía es una variable que cada día crece con mayor fuerza a nivel mundial y con métodos más sofisticados [1], involucrando diferentes temas y variables dentro de la logística de transporte, no solo durante el tránsito, sino también en zonas de inspección o paradas realizadas durante el trayecto, generando alrededor de \$30 billones de dólares a nivel mundial en pérdidas [2], es por esto, que muchas empresas están encaminando sus esfuerzos para darle una mayor protección a la carga. La seguridad en la cadena logística es primordial para ofrecer confiabilidad en un proceso comercial, por esta razón se buscan crear acciones que ayuden a evitar riesgos y prevenir posibles sucesos que inciten al robo de la carga [3], al igual que la disminución de los costos producidos derivados por la pérdida de carga [4]. Así mismo, la existencia de este factor produce disminuciones en el nivel de competitividad de un país, siendo necesario generar una alianza entre empresas privadas y el gobierno, de tal forma que se trabaje de forma coordinada para lograr un mejor desempeño del sector.

A través del tiempo se han creado herramientas tecnológicas que buscan facilitar el seguimiento de la mercancía, conociendo su estado actual y ubicación, con el objetivo de tener un mayor control sobre ella. Como un ejemplo, se encuentra la logística 4.0 que trae consigo tecnologías que generarán grandes cambios en el transporte como los son la automatización, la robótica, el blockchain, el internet de las cosas (IoT), Big Data, la realidad aumentada, entre otras. Igualmente, estas tecnologías son fundamentales para tener mayor control en la cadena logística [5 p.2, 9].

En la actualidad los sistemas logísticos han aumentado su complejidad debido a las exigencias del mercado, por lo que es necesaria la implementación de tecnología que permita desarrollar nuevos servicios en busca de lograr una mayor flexibilidad y productividad en la cadena logística [6]. Además, la tecnología permite generar ventajas competitivas en el mercado, así como tener un control de los recursos; conocer el estado de la mercancía en tiempo real permite ahorrar tiempo, prever situaciones que puedan acontecer, y claramente, tener mayor seguridad.

El índice logístico de Colombia fue evaluado a través de cuatro variables, el costo logístico, la calidad de los servicios logísticos, el uso de las tecnologías en los procesos logísticos y la infraestructura vial. La variable sobre el uso de tecnologías obtuvo una calificación de 1.91 en una escala de 1 a 5 posicionándose en el tercer lugar, mientras que el costo logístico fue el de mayor puntaje con un 3.89 [7]. De esta forma, se observa que este aspecto es uno de los más bajos, por lo que se debe generar un mayor enfoque en dicha problemática con el fin de obtener un mejor puntaje en el índice, así como, la modernización de los servicios.

Este trabajo estará compuesto de tres capítulos llamados materiales y métodos, donde se establecen los lineamientos para la realización de la investigación, pasos a seguir, temas a abarcar y los resultados que se buscan obtener. Por otra parte, en los resultados se recolecta aquella información pertinente para la consecución de la investigación y se realiza el análisis de estos. Finalmente, en las conclusiones se exponen los beneficios del tema planteado y se señalan los hallazgos más relevantes del estudio.

El resultado obtenido busca generar una actualización a las tendencias sobre el mercado de las tecnologías aplicadas al seguimiento de mercancía respondiendo a la pregunta de investigación “¿Cuáles son las tendencias tecnológicas utilizadas para realizar el seguimiento de la mercancía en términos de seguridad y transporte?”. Así mismo, evidenciar la posición de Colombia frente a este tema; con el fin de mostrar los beneficios que proporciona la implementación de estos sistemas tecnológicos en busca del aumento de la competitividad nacional, así como una mejora en la percepción logística a nivel mundial.

1. MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología desarrollada se basó en una revisión sistemática de literatura, siguiendo los pasos planteados por Kitchenham [8], como se evidencia en la figura 1.

En primera instancia, se identificó la necesidad de investigación, la cual partió de un requerimiento sobre actualización de tecnologías usadas para garantizar la seguridad de la mercancía en la logística de transporte en Colombia. Se busca brindar información acerca de las tendencias de seguridad y el enlace tecnológico usado dentro de la logística de transporte. Por lo tanto, su enfoque fue cualitativo, experimental/transeccional con un alcance descriptivo.

El estudio se abarcó por categorías, las cuales fueron “Seguridad de la mercancía”, “Tendencias tecnológicas en la logística de transporte” y “Tracking o seguimiento de la mercancía”. Se diseñó de esta manera el protocolo de búsqueda en las bases de datos Scopus, Science Direct y Mendeley, además de usar diferentes buscadores como Google Scholar, y Google Books, encontrando una cantidad de 36 artículos. Este resultado se obtuvo al generar un filtro de búsqueda entre los años 2010-2020, además de un filtro de idiomas español e inglés.

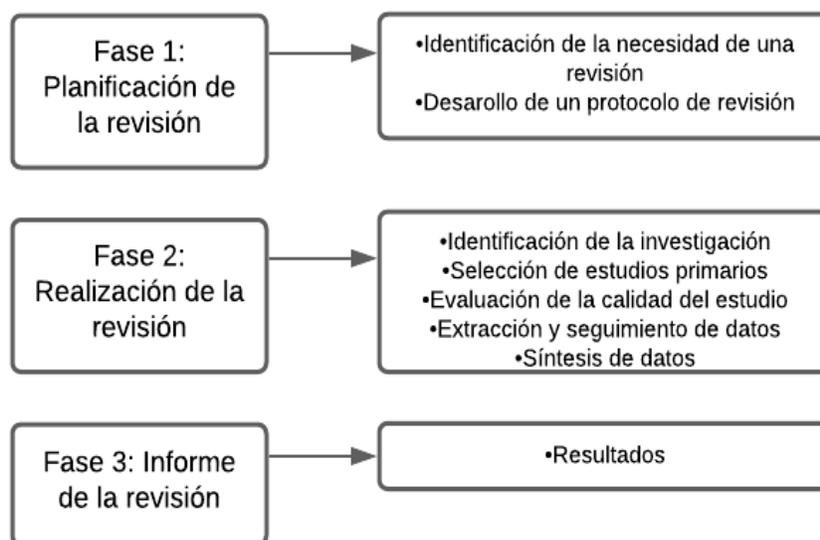


Figura 1. Metodología revisión sistemática de literatura
Fuente: Barbara Kitchenham, 2004 [8]

Se realizó un proceso de análisis de resúmenes o abstracting, el cual permitió determinar la relevancia del estudio para la investigación a desarrollar y se obtuvo 20 artículos finales que se ajustaban más al estudio.

Finalmente, se aplicaron formularios de extracción de datos diseñados con el objetivo de sintetizar los estudios revisados indicando criterios claves de evaluación como título, autor, fecha de publicación y tema para la investigación como los encontrados en el apartado de resultados.

A partir de esta tabla, se desarrolló una revisión profunda de cada trabajo y se extrajo el aporte que brinda a la ejecución del presente artículo. Como primer resultado, se obtiene un análisis de la situación en materia de seguimiento de mercancía, así como la posición de Colombia en la utilización de tecnologías y el desarrollo de proyectos aplicados a la logística 4.0. El segundo, comprende las tendencias tecnológicas en relación con la logística de transporte, se realiza una descripción de ellas y se señalan sus ventajas y aplicabilidad. Por último, el tercer capítulo detalla empresas en Colombia que ya se encuentran ofreciendo diferentes servicios enfocados a proteger la mercancía de hurto durante su recorrido.

2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La comercialización en línea y la transformación digital ha tomado cada vez más fuerza y ha sido acentuada a raíz de la emergencia sanitaria COVID-19, ya que las personas no tienen la posibilidad de acercarse a los puntos físicos para realizar su compra, como por el contrario compran en línea y su pedido llega a su domicilio. De esta manera, la demanda de productos en línea se ha incrementado exponencialmente convirtiendo a la

distribución en un factor clave de la cadena de suministro, cuyo objetivo es cumplir la demanda del cliente en el menor tiempo y con una entrega confiable. Junto a esto se ha hecho más notable la necesidad de tener la visibilidad de la mercancía en tiempo real con el fin de brindar una mayor seguridad a la carga, ya que la cadena logística busca responder de forma ágil y rápida a amenazas externas como terrorismo o criminalidad [9 p.2].

La Política Nacional de Logística encontró que en Colombia había un limitado uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación – TIC, convirtiéndose en una problemática en el sector de la logística ya que genera menor competitividad [10]. Una de las principales aplicaciones de las TIC en las cuales se ha trabajado son los sistemas de transporte inteligentes, los cuales hacen parte de la logística 4.0 y contribuyen a una mejor operación en la gestión del transporte [11]. Sin embargo, a pesar del advenimiento de la logística 4.0 y la transformación digital de los servicios, se prevé que gran parte de las pequeñas y medianas empresas seguirán trabajando con una logística tradicional [5 p.2]. Cabe resaltar, que, para lograr un cambio en el sector, es necesario la unión de esfuerzos de diferentes actores de la economía y no solo de las empresas.

Es por esto, que tanto los gobiernos como las empresas deben trabajar en una misma línea para implementar tecnologías asociadas a la logística 4.0 que permitan una mayor trazabilidad de la mercancía con miras a lograr una mayor interconectividad de la información [9 p.7], en donde puedan converger clientes y empresas, logrando una relación estrecha y así aumentar la confianza. Un ejemplo de esto es la creación del Centro para la Cuarta Revolución Industrial que surge a través de una alianza entre la Alcaldía de Medellín y el Gobierno Nacional, que busca ser un espacio para encontrar los beneficios que brinde la implementación de tecnologías como el blockchain, Internet de las Cosas e inteligencia artificial [12].

Para cumplir con el objetivo de esta investigación y observar el desarrollo de las diferentes tecnologías, se recopiló bibliografía con información referente al seguimiento de la mercancía, seguridad de la mercancía y tendencias tecnológicas en la logística de transporte como se puede evidenciar en la Tabla 1.

Por otro lado, para la revisión de las tendencias tecnológicas se encontraron investigaciones que se relacionaban con la logística 4.0, pero no guardaban relación con el seguimiento de la mercancía, por esta razón, se enfatizó la búsqueda en el tracking encontrando la aplicación de cada una estas tecnologías en el área de estudio como se evidencia en la Tabla 2.

Tabla 1. Investigaciones sobre el seguimiento de la mercancía entre 2013 y 2020

Autor	Título de publicación	Año	Tema
Orellana-Daube D	El efecto global de la actual revolución tecnológica 4ª revolución industrial y la industria 4.0 en acción	2020	General
Daschkovska K	Decision Support in Supply Chains Based on E-Seals Secure System	2017	Seguimiento de mercancía
Shemali M, Yeun C, Zemerly M, et al.	Securing E-Seal real time tracking system for Internet of Things	2013	Seguimiento de mercancía
Mahmood S, Hasan R, Ullah A et al.	Smart security alert for monitoring and controlling container transportation	2019	Seguimiento de mercancía
Ekwall D, Lantz B	Cargo Theft Risk and Security: Product and Location	2017	Seguridad de la mercancía
Kubanova J, Kubasakova I	Security Risks in the Trucking Sector	2020	Seguridad de la mercancía
Ekwall D, Lantz B	The use of violence in cargo theft—a supply chain disruption case	2018	Seguridad de la mercancía
Novais L, Maqueira J, Ortiz-Bas A	A systematic literature review of cloud computing use in supply chain integration	2019	Tendencias tecnológicas
Tonissen S, Teuteberg F	Analysing the impact of blockchain-technology for operations and supply chain management: An explanatory model drawn from multiple case studies	2020	Tendencias tecnológicas
Singh H	Big data, industry 4.0 and cyber-physical systems integration	2020	Tendencias tecnológicas
Pajares A	Estudio de la implantación de Internet de las Cosas en las redes Logísticas de la Cadena de Suministro	2016	Tendencias tecnológicas
Sestino A, Prete M, Piper L et al.	Internet of Things and Big Data as enablers for business digitalization strategies	2020	Tendencias tecnológicas
Novais L, Maqueira J, Moyano-Fuentes J	Lean Production implementation, Cloud-Supported Logistics and Supply Chain Integration: interrelationships and effects on business performance	2020	Tendencias tecnológicas
Jiang J, Wang H, Mu X et al.	Logistics industry monitoring system based on wireless sensor network platform	2020	Tendencias tecnológicas
Kodym O, Kubác L, Kavka L	Risks associated with Logistics 4.0 and their minimization using Blockchain	2020	Tendencias tecnológicas
Ding Y, Jin M, Li S et al.	Smart logistics based on the internet of things technology: an overview	2020	Tendencias tecnológicas
Xu C, Zhao B, Yang R et al.	Smart sensing for container trucks	2020	Tendencias tecnológicas
Tran-Dang H, Krommenacker N, Charpentier P et al.	Toward the Internet of Things for Physical Internet: Perspectives and Challenges	2020	Tendencias tecnológicas
Muñuzuri J, Onieva L, Cortés P et al.	Using IoT data and applications to improve port-based intermodal supply chains	2020	Tendencias tecnológicas
Lekic M, Rogic K, Boldizsar A et al.	Big Data in Logistics	2019	Tendencias tecnológicas

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Aplicación de tecnologías al seguimiento del transporte

Tecnologías 4.0	Características	Aplicación
Internet de las cosas IoT	Generación de información Conexión de objetos a través de internet	Localización de la carga Estado real de la mercancía
Blockchain	Información compartida a través de diferentes nodos de redes Protección criptográfica	Información en plataforma colaborativa Mejor trazabilidad de la carga Transparencia de la información
Sensores inteligentes	Actualización periódica Reporte de información a un centro de almacenamiento Detección de cambios de forma ágil	Trazabilidad de la carga Generación de alertas por manipulación de la mercancía
Cloud Computing	Almacenamiento de información Capacidad amplia Interconectividad	Información en tiempo real sobre el estado de la mercancía Compilación de datos con detalle que pueden ser consultados en cualquier momento
Big Data	Conjunto de gran cantidad de datos Identificación de patrones en los datos	Análisis en tiempo real para toma de decisiones sobre la carga Conexión con dispositivos Acceso a la información a nivel interno de manera sencilla

Fuente: Elaboración propia

Como primer resultado se encontró la Internet de las Cosas, más conocida por las siglas IoT, la cual conecta activos a través de internet y genera datos, de tal forma que permite conocer la ubicación de los elementos en las diferentes etapas de la cadena de suministro, así como su identificación [13 p.73]. En el transporte de paquetería se estima que del 0,5 al 3% de los envíos se pierde, convirtiendo la trazabilidad de la carga en un factor fundamental para evitar este problema. Con la implementación de tecnologías en el seguimiento se podría lograr una reducción del 30% en la pérdida de paquetes [14]. Dicha tecnología ha sido aplicada a objetos como contenedores, recibiendo así el nombre de “contenedores inteligentes”, ya que brindan una información completa sobre el estado actual de la carga como volumen, choques, manipulaciones indebidas, intentos de robo, humedad, entre otros [13 p.74]. A través de las alertas enviadas y recibidas en el sistema, es posible tomar decisiones en el momento adecuado, evitando así pérdidas de mercancía e incrementando la confiabilidad y seguridad en el proceso [15]. Esta carga también se denomina iCargo o carga inteligente, ya que es capaz de autoidentificarse,

realizar un monitoreo propio, y un registro de su estado, permitiendo de esta forma mejorar la visibilidad de un extremo a otro [16].

En segunda instancia, se encontró el sello electrónico o E-seal, el cual deriva de la Internet de las Cosas, este permite realizar una identificación de radiofrecuencia o RFID, mediante una etiqueta puesta en cada uno de los bienes que son transportados y si se intentan manipular, envían una alarma al transportista [17] a través de mensajes de texto enviados al celular y que dependen de la disponibilidad de una red móvil [18]. Esta etiqueta permite tener un monitoreo sobre los movimientos de la carga además de información constantemente actualizada [19]. De igual forma, muchos estudios han propuesto mejoras a este sistema, ya que es propenso a recibir amenazas por parte de hackers, al interceptar información a través de la red inalámbrica.

Por otra parte, el blockchain ha sido mayormente usado como un medio para conectar a los clientes con los transportistas, sin embargo, ahora hay un gran interés en la visibilidad de las mercancías en su transporte. Una integración del blockchain y de una plataforma IoT permite tener mayor trazabilidad de la mercancía en una visión end-to-end [20], es decir, una observación de la carga de principio a fin en todos los eslabones de la cadena, incluso a nivel internacional. Igualmente, esta tecnología brinda un registro de los bienes físicos y una mayor transparencia de la información [21], además de que es muy segura ya se encuentra protegida criptográficamente y para su modificación debe ser aprobada por todos los miembros de la red [22]. A su vez, puede ser integrado a otros sistemas de seguimiento como la identificación tipo RFID, cuyo beneficio supone una transparencia en la operación de transporte, y la creación de una cadena de suministro cerrada e interconectada que procesa datos en tiempo real [23]

Otra tecnología encontrada fue el Cloud Computing, el cual brinda una infraestructura para la integración de dispositivos de vigilancia, plataformas de visualización y entrega al cliente [13 p.57]. Esta tecnología brinda mayor almacenamiento de datos; con la capacidad de la nube se mejora la capacidad logística y la integración de información sobre el envío de carga, así como el conocimiento de la ubicación de la mercancía en tiempo real [24]. Permite así mismo, acceder a diferentes programas en línea sin necesidad de que se encuentre en un equipo local, la información es recolectada a través de la Internet de las cosas y es almacenada en la nube debido a la cantidad de datos recolectados. Esta aplicación debe ir de la mano con otras tecnologías con el fin de obtener una cohesión en todo el proceso de seguimiento de mercancía. Un ejemplo de ello es el Cloud-IoT o También llamado Cot, una unión del Cloud Computing con la Internet de las Cosas, que permite suprimir las limitaciones de capacidades de almacenamiento y crear un sistema logístico compartido [25], que permite la comunicación entre los diferentes miembros de la cadena como transportistas, proveedores y clientes [26].

El Big Data, otra de las soluciones ofrecidas en la logística 4.0 se encarga de procesar gran cantidad de información en tiempo real la cual ha sido almacenada previamente, de tal forma que pueda ser analizada en su totalidad y en un tiempo muy rápido, con el fin de cumplir las necesidades del usuario [27]. Esto permite tener una ventaja respecto a

los tiempos de procesamiento de información, favoreciendo a la toma rápida de decisiones que beneficien a la empresa, además, de contar con una mejora en la accesibilidad de la información a nivel interno y a nivel externo, crear una integración de los diferentes proveedores logísticos inmersos en la cadena de suministro [28]. Adicional a esto, es pertinente que el Big Data se encuentre atado a tecnologías como el Internet de las Cosas, ya que las dos se caracterizan por tener un manejo de información, lo que podría suscitar en una mejora en el manejo de procesos digitales [29].

Como respuesta a las necesidades de seguridad de carga en el mercado y las nuevas tecnologías que surgieron, varias empresas a nivel mundial han desarrollado productos adaptables a diferentes tipos de productos para tener un control en su seguimiento. Tal es el caso de Starcom Systems, una empresa estadounidense que ofrece candados inteligentes que se posicionan en las puertas, y puede ser abierto solo a través del celular, usando un usuario único y que genera alertas si recibe alguna violación en el objeto [30]. De igual manera, existen empresas como ORBCOMM que ofrecen soluciones en el rastreo de la mercancía como sensores para detectar apertura de puertas del contenedor o el camión, sensores de carga que revelan si hay ausencia de carga al interior del transporte, incluso sistemas de localización para remolques y contenedores secos que se cargan por medio de energía solar y que durante 10 años no tiene necesidad de realizar mantenimiento [31]. Estas tecnologías ofrecen un valor agregado en el mercado debido a su larga duración de uso, el trabajo en favor del medio ambiente.

Por otro lado, Colombia cuenta con empresas que ofrecen servicios para el seguimiento de mercancías aplicando el Internet de las Cosas IoT, como es el caso de Satlock. Esta empresa, se dedica a la administración y el control de la distribución de mercancías, con presencia en varios países latinoamericanos. Alguno de los servicios ofrecidos son sensores con GPS que pueden ser instalados en el contenedor brindando información como apertura de puertas, detección de movimiento, localización de la mercancía en tiempo real, y consolidación de la información en la nube y manejo a través de una aplicación que puede ser instalado en cualquier dispositivo [32]. De esta forma, se busca aplicar medidas con el fin de evitar el robo de mercancía. Otra empresa que brinda servicios en este aspecto es la empresa Rastrack. Dentro de sus productos, ofrecen candados con rastreo satelital que son ubicados en las puertas de los contenedores que pueden ser desbloqueados a través de mensaje de texto, mediante la aplicación móvil de la empresa y por tarjetas RFID [33]. Es posible ver que Colombia se encuentra adaptando tendencias tecnológicas aplicados en otros países con el objetivo de combatir el problema de hurtos que sufre al país, ofreciendo un valor agregado en el servicio y mayor tranquilidad del cliente frente al estado de su mercancía.

La aplicación de las diferentes tecnologías 4.0 en el rastreo de mercancía permiten obtener una mayor rentabilidad en la operación, al evitar riesgos y reducir gastos en

pérdida de mercancía. De igual manera, permite tener una mejor eficacia operativa en el proceso de distribución, así como, tener una mejoría en el nivel de servicio al cliente.

A pesar de la inversión que debe realizarse al inicio de la operación, los ahorros monetarios que pueden ser obtenidos y las experiencias positivas que el cliente percibe de este servicio son grandes, por lo que es pertinente consolidar una unión de empresas que adapte nuevas tecnologías en la logística distribución, además de desarrollar la innovación para la creación de nuevas soluciones. Así mismo, se podría implementar una red interconectada donde se reciban alertas de diferentes empresas las cuales se obtienen por los diferentes dispositivos implementados en la mercancía o flotas. De esta forma, podría haber puntos de atención en distintos corredores, y una vez se reciban estas alarmas, habría una atención oportuna frente a eventos de hurto o ataques al conductor.

3. CONCLUSIONES

Con los resultados expuestos en el presente artículo, se lograron evidenciar las diferentes tecnologías de la logística 4.0 aplicables en la logística de distribución, para el seguimiento en tiempo real de la mercancía; cada una de estas aporta una función principal que permite un conocimiento completo de la carga como lo son la Internet de las Cosas, el blockchain o cadena de bloques, Big Data, Cloud Computing o computación en la nube y los sensores inteligentes.

A pesar de acceder a múltiples fuentes bibliográficas respecto a la aplicación de la logística 4.0, no se encontró mucha información que fuera aplicada a la seguridad de la mercancía, sino principalmente a la visibilidad de la flota. De igual forma, la información recolectada a partir de la revisión bibliográfica encontró tendencias como sensores implementados en contenedores, alertas en tiempo real sobre manipulación de mercancía, acceso a la información por parte de diferentes actores de la cadena, encriptaciones para lograr la apertura de puertas en contenedores y localización de la mercancía desde salida del proveedor así sea a nivel internacional.

Se observó además que en la mayoría de las investigaciones la Internet de las Cosas funcionaba en conjunto con otras tecnologías, por lo que se considera que esta debería ser la base de la cual se origina la conexión con otros dispositivos, con el fin de establecer una interoperabilidad entre ellas, logrando así, un sistema más robusto, seguro y confiable.

Por otra parte, en Colombia se debe realizar un trabajo en conjunto por parte de instituciones gubernamentales y empresas privadas, de manera que el sector pueda ser transformado en un gran porcentaje y no solo algunas empresas, aplicando como mínimo sistemas de tipo RFID en la mercancía para tener una mayor trazabilidad, esto lleva a

que el servicio ofrecido obtenga un mayor nivel y así mismo, genere valor agregado compitiendo con otros países que se encuentran más tecnificados.

Finalmente, es recomendable que Colombia considere una mayor inversión en tecnologías para el seguimiento de mercancía con el objetivo de evitar y/o disminuir los robos de carga, ya que este es un evento que sucede con gran ocurrencia el país y ha sido incrementado. Lo anterior conllevaría al ahorro de dinero, dado a que se evita el hurto de carga, generando competitividad en el transporte de mercancías a nivel nacional y una mayor confiabilidad en la operación.

REFERENCIAS

[1] J. Kubanova and I. Kubasakova, "Security Risks in the Trucking Sector," in *Transportation Research Procedia*, 2020, vol. 44, pp. 234–239, doi: 10.1016/j.trpro.2020.02.048.

[2] Ekwall, D., & Lantz, B. (2017). *Cargo Theft Risk and Security: Product and Location*. Nofoma.

[3] J. Villalobos, "Seguridad en la operación del transporte de carga carretero," *Boletín FAL*, vol. 285, p. 8, 2010, [Online]. Available: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36077/1/FAL-285-WEB_es.pdf.

[4] D. Ekwall and B. Lantz, "The use of violence in cargo theft – a supply chain disruption case," *J. Transp. Secur.*, vol. 11, no. 1–2, pp. 3–21, Jun. 2018, doi: 10.1007/s12198-018-0186-0.

[5] E. Barleta, G. Pérez, and R. Sánchez, "La revolución industrial 4.0 y el advenimiento de una logística 4.0," *Boletín FAL*, vol. 375, p. 16, 2020, [Online]. Available: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45454/S2000009_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

[6] C. Xu, B. Zhao, R. Yang, B. Liu, J. Wang, and J. Wang, "Smart Sensing for Container Trucks," in *Proceedings - 2020 6th International Conference on Big Data Computing and Communications, BigCom 2020*, Jul. 2020, pp. 1–7, doi: 10.1109/BigCom51056.2020.00007.

[7] Departamento Nacional de Planeación, «Encuesta Nacional Logística 2018,» 2018

[8] B. Kitchenham, *Procedures for Performing Systematics Reviews*, Department of Computer Science, Keele University and National ICT, 2004

[9] L. Valdés Figueroa and G. Pérez, "Transformación digital en la logística de América Latina y el Caribe," *Boletín FAL*, vol. 381, p. 18, 2020, [Online]. Available:

<https://www.cepal.org/es/publicaciones/46018-transformacion-digital-la-logistica-america-latina-caribe>.

[10] A. M. Pinto Ayala, I. Granada, L. Montañez, and J. Gómez Gélvez, “La evolución de la Política Nacional de Logística en Colombia y el apoyo del BID,” 2016. [Online]. Available: <https://publications.iadb.org/es/publicacion/15540/la-evolucion-de-la-politica-nacional-logistica-en-colombia-y-el-apoyo-del-bid>.

[11] H. Singh, “Big data, industry 4.0 and cyber-physical systems integration: A smart industry context,” *Mater. Today Proc.*, Aug. 2020, doi: 10.1016/j.matpr.2020.07.170.

[12] “Qué es El C4IR”. [En línea]. Disponible en: <https://c4ir.co/>. [Accedido: 13-nov-2020]

[13] A. Alandí Pajares, “Estudio de la implantación de Internet de las Cosas, en las redes Logísticas de la Cadena de Suministro,” *Universitat Politecnica de Valencia*, 2016.

[14] Trazabilidad en la cadena de valor de la Industria. (n.d.). Retrieved November 5, 2020, from https://www.minsait.com/sites/default/files/newsroom_documents/trazabilidadcadenavalorindustria_b.pdf

[15] J. Muñuzuri, L. Onieva, P. Cortés, and J. Guadix, “Using IoT data and applications to improve port-based intermodal supply chains,” *Comput. Ind. Eng.*, vol. 139, Jan. 2020, doi: 10.1016/j.cie.2019.01.042.

[16] H. Tran-Dang, N. Krommenacker, P. Charpentier, and D. S. Kim, “Toward the internet of things for physical internet: Perspectives and challenges,” *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 7, no. 6. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., pp. 4711–4736, Jun. 01, 2020, doi: 10.1109/JIOT.2020.2971736.

[17] Shemali, M. A. B., Yeun, C. Y., Zemerly, M. J., Mubarak, K., & Chang, Y. S. (2013). Securing E-Seal real time tracking system for Internet of Things. 2013 8th International Conference for Internet Technology and Secured Transactions, ICITST 2013, 65–69. <https://doi.org/10.1109/ICITST.2013.6750163>

[18] S. Mahmood, R. Hasan, A. Ullah, and K. U. Sarker, “SMART Security Alert System for Monitoring and Controlling Container Transportation,” 2019 4th MEC Int. Conf. Big Data Smart City, pp. 1–5, 2019.

[19] K. Daschkovska, “Decision Support in Supply Chains Based on E-Seals Secure System,” *IFAC-PapersOnLine*, vol. 50, no. 1, pp. 14224–14229, Jul. 2017, doi: 10.1016/j.ifacol.2017.08.2096.

[20] Indra Company, "Cómo impacta blockchain en la logística 4.0," 2017. Accessed: Oct. 30, 2020. [Online]. Available: https://www.minsait.com/sites/default/files/newsroom_documents/informe_blockchain_logistica_uno_e_0.pdf.

[21] O. Kodym, L. Kubáč, and L. Kavka, "Risks associated with Logistics 4.0 and their minimization using Blockchain," *Open Eng.*, vol. 10, no. 1, 2020, doi: 10.1515/eng-2020-0017.

[22] D. F. Orellana-Daube, "El efecto global de la actual revolución tecnológica 4a revolución industrial y la industria 4.0 en acción," *Rev. GEON (Gestión, Organ. y Negocios)*, vol. 7, no. 2, pp. 1–24, Aug. 2020, doi: 10.22579/23463910.194.

[23] S. Tönnissen and F. Teuteberg, "Analysing the impact of blockchain-technology for operations and supply chain management: An explanatory model drawn from multiple case studies," *Int. J. Inf. Manage.*, vol. 52, Jun. 2020, doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2019.05.009.

[24] L. Novais, J. M. Maqueira Marín, and J. Moyano-Fuentes, "Lean Production implementation, Cloud-Supported Logistics and Supply Chain Integration: interrelationships and effects on business performance," *Int. J. Logist. Manag.*, vol. 31, no. 3, pp. 629–663, Jul. 2020, doi: 10.1108/IJLM-02-2019-0052.

[25] Y. Ding, M. Jin, S. Li, and D. Feng, "Smart logistics based on the internet of things technology: an overview," *Int. J. Logist. Res. Appl.*, 2020, doi: 10.1080/13675567.2020.1757053.

[26] L. Novais, J. M. Maqueira, and Á. Ortiz-Bas, "A systematic literature review of cloud computing use in supply chain integration," *Comput. Ind. Eng.*, vol. 129, pp. 296–314, Mar. 2019, doi: 10.1016/j.cie.2019.01.056.

[27] J. Jiang, H. Wang, X. Mu, and S. Guan, "Logistics industry monitoring system based on wireless sensor network platform," *Comput. Commun.*, vol. 155, pp. 58–65, Apr. 2020, doi: 10.1016/j.comcom.2020.03.016.

[28] M. Lekić, K. Rogić, A. Boldizsár, M. Zöldy, and Á. Török, "Big Data in Logistics," *Period. Polytech. Transp. Eng.*, Dec. 2019, doi: 10.3311/pptr.14589.

[29] A. Sestino, M. I. Prete, L. Piper, and G. Guido, "Internet of Things and Big Data as enablers for business digitalization strategies," *Technovation*, vol. 98. Elsevier Ltd, Dec. 01, 2020, doi: 10.1016/j.technovation.2020.102173.

[30] "Nuestros productos". [En línea]. Disponible en: <https://www.starcomsystems.com>. [Accedido: 15-nov-2020]

[31] "IoT Hardware: Tracking Devices, Sensors and Modems". [En línea]. Disponible en: <https://www.orbcomm.com>. [Accedido: 13-nov-2020]

[32] "Sellos satelitales". [En línea]. Disponible en: [https:// www.satlock.com](https://www.satlock.com). [Accedido: 15-nov-2020]

[33] "Candado satelital". [En línea]. Disponible en: <https://rastrack.com/>. [Accedido: 15-nov-2020]