

Universidad de Lima  
Facultad de Ingeniería y Arquitectura  
Carrera de Ingeniería Industrial



# **TECNOLOGÍA EN ALMACENES Y CENTROS DE DISTRIBUCIÓN**

Trabajo de investigación para optar el grado académico de bachiller en Ingeniería  
Industrial

**Deborah Andrea Castillo Barrenechea**

**Código 20160303**

**Juan Pablo Fajardo Retuerto**

**Código 20160530**

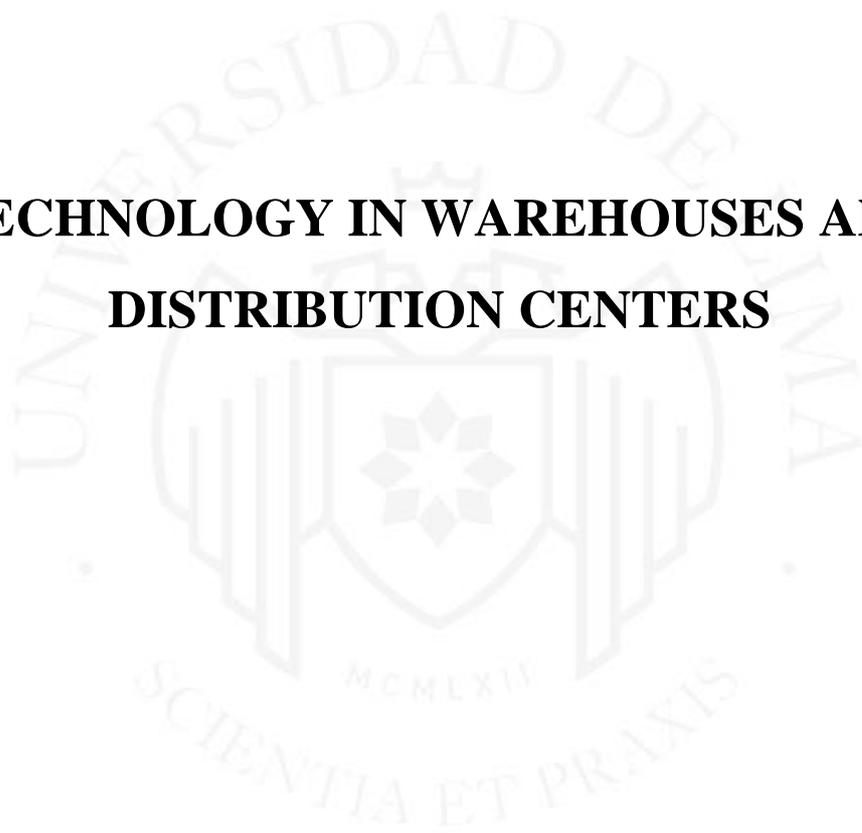
**Asesor**

**Alex Antonio Vidal Paredes**

Lima – Perú

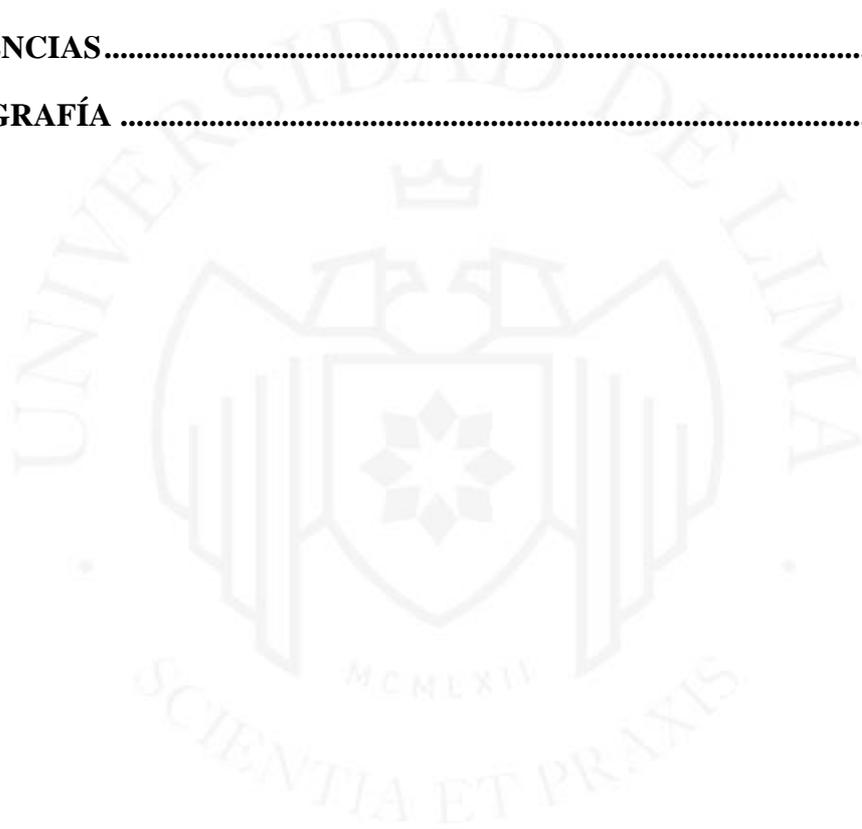
Marzo de 2021

**TECHNOLOGY IN WAREHOUSES AND  
DISTRIBUTION CENTERS**



## TABLA CONTENIDO

RESUMEN .....	iv
ABSTRACT.....	v
INTRODUCCIÓN .....	1
REVISIÓN LITERARIA .....	2
APORTES A LA LITERATURA .....	9
CONCLUSIONES .....	10
REFERENCIAS.....	11
BIBLIOGRAFÍA .....	12



## RESUMEN

La tecnología aplicada en los almacenes es cada vez más diversa y sin duda ofrecen muchos beneficios tanto para incrementar la productividad de la empresa como para tener mayor capacidad de respuesta a las necesidades de los clientes. Esta tecnología son sistemas como softwares, dispositivos o equipos mecánicos que permiten tener mejor visibilidad de los productos almacenados y aumentar la eficiencia en la movilización de los productos. Estos sistemas son más empleadas en las industrias con un gran volumen de productos dado que permite tener un mejor control de la ubicación de estos, del inventario de entrada y salida y proporcionan beneficios en la productividad y velocidad de atención y recolección de pedidos de los clientes. Autores como Ribeiro, Silva, & Benvenuto (2006) demuestran en sus estudios que la aplicación de estos sistemas, como el WMS, permite reducir costos, retrasos en las entregas y un incremento de la productividad de las operaciones logísticas. La aplicación de estos sistemas requiere de una gran inversión, por lo que se debe evaluar la mejor alternativa ya que la implementación de estos depende del tamaño y tipo de almacén que se posee.

### **Palabras clave:**

Almacenes, tecnología en almacenes, automatización de almacenes, productividad, logística, industria 4.0, WMS, software, tecnología en centros de distribución, simulaciones

## **ABSTRACT**

The technology applied in warehouses is increasingly diverse and undoubtedly offer many benefits both to increase the productivity of the company and to be more responsive to customer needs. This technology are systems such as software, devices or mechanical equipment that allow better visibility of the stored products and increase the efficiency in the mobilization of the products. These systems are more used in industries with a large volume of products since it allows better control of the location of these, of the incoming and outgoing inventory and providing benefits in productivity and speed of attention and collection of customer orders. Authors such as Ribeiro, Silva, & Benvenuto (2006) show in their studies that the application of these systems, such as the WMS, allows reducing costs, delays in deliveries and an increase in the productivity of logistics operations. The application of these systems requires a great investment, so the best alternative must be evaluated due to the implementation of these depends on the size and type of warehouse that is owned.

**Key words:**

Warehouses, warehouse technology, warehouse automation, productivity, logistics, industry 4.0, WMS, software, technology in distribution centers, simulations

# INTRODUCCIÓN

La aplicación de tecnología en almacenes ha sido uno de los elementos más importantes a lo largo de la cadena de suministro en los últimos años. Estos sistemas aumentan la productividad de la empresa debido a la flexibilidad, capacidad y diversidad de SKU's que pueden manejar. Esto a su vez, permite reducir costos y tiempo de operación, proporcionando una mejor capacidad de respuesta hacia el cliente final.

Existen sistemas de almacenamiento como el WMS (Warehouse Management System) que permite tener una mejor visualización de los procesos dentro del almacén, como el seguimiento del nivel de inventario, ubicación de los productos y la distribución de los mismos hasta el cliente final. También se presentan dispositivos como PTL (Pick To Light) o PTV (Pick To Voice) que facilitan la identificación del producto requerido y evitar errores por parte de los operarios.

Con respecto a equipos automáticos, un sistema mecánico que facilita el picking de los productos es el carrusel vertical u horizontal, estos son sistemas rotativos que poseen variedad de productos y funcionan mediante un software por el cual el operario selecciona los productos que requiere, ya sea para extraer o almacenar nuevos productos. Este software también permite mantener un mejor control de inventario. Otro equipo que automatiza los almacenes son los transelevadores, estos son máquinas que permiten la movilización ágil y eficiente de la mercancía, cumpliendo la función de entrada, ubicación y salida de los productos.

Finalmente, se encuentra el pallet shuttle, este sistema es útil para almacenamientos con alta rotación y consiste en la utilización de carros con satélite automatizados que se ubican en los racks donde se almacenan los pallets, estos se movilizan a lo largo del carril y funcionan a través de un tablet por el cual el operario envía las órdenes.

Estos son ejemplos de tecnologías y herramientas que permiten modernizar los almacenes. En el presente trabajo, se detallarán tecnologías actuales y métodos desarrollados que se están aplicando en los centros de distribución de distintas industrias, y como estos benefician en la búsqueda de mejorar la eficiencia dentro de los procesos que se llevan a cabo en los almacenes.

## REVISIÓN LITERARIA

En esta revisión literaria, se mencionarán herramientas, métodos y términos aplicados en la actualidad donde se fomenta el uso de tecnologías para almacenamiento en centros de distribución y que contribuya a un mejor desempeño de la cadena de suministro.

Hablar de la tecnología actual de los almacenes es también hablar de la intralogística. La intralogística es un término que se utiliza para identificar la manipulación y carga de los productos que busca optimizar, automatizar, integrar y manejar el flujo de materiales e información en los centros de almacenamiento o de distribución. Esto permite que haya un mejor control y supervisión mediante un sistema. En base a esto, Fernandes et al. (2019) realizaron un diseño de un vehículo robot automático cuya función principal es la recolección de artículos de poco o mediano peso ubicados en distintos lugares del almacén con un sistema automático con el fin de optimizar el sistema automatizado de almacenamiento y recuperación (AS/RS).

El estudio se realizó con la idea de colocar este vehículo en los racks del almacén que contiene cajas grises con tres botellas de color rojo, azul y verde. Para su funcionamiento, cuenta con tres sistemas: sistema de viaje (*travelling system*), que permite al vehículo movilizarse a lo largo de la estructura del rack para colocarse frente a la caja asignada; el sistema de extracción (*extraction system*) que permite extraer y almacenar las cajas en los racks mediante unos brazos retractiles; y el sistema de selección (*picking system*) que, con ayuda de un robot de 4 ejes puede retirar los productos de una caja para movilizarse a otra vacía y de esa forma seleccionar los productos del pedido del cliente. Cada sistema funciona con sensores y componentes de control que garantizan su buen funcionamiento y velocidad para optimizar los procesos del almacén o centro de distribución y aumentar la eficiencia dado que generalmente el proceso de selección se realiza manualmente pero este vehículo ofrece la selección automática desde el mismo rack.

Finalmente, “este tipo de solución se adecúa mejor en almacenes con una gran altura de almacenaje y con una gran diversidad de productos” (Fernandes et al., 2019, p. 1831) dado que facilitaría y acelerará las operaciones del almacén. Además, reduciría la ocurrencia de errores al momento de seleccionar los productos.

Parte de la implementación de la tecnología en almacenes y centros de distribución es manejar los costos y dificultades en busca de mejorar la eficiencia que tienen estos. Según Leite, Tadeu y Pécora (2019), en la actualidad los costos logísticos representan una parte importante dentro de las industrias y empresas. Afirman que el 20% del PBI de Estados Unidos está relacionado a este tipo de gastos logísticos, y que dentro los procesos logísticos más críticos se encuentran los costos de transporte y almacenaje (p. 272).

En este sentido, muchas empresas tratan de optimizar sus costos y ser más eficientes en sus centros de distribución. En la investigación de los autores en mención, se plantean realizar una simulación en una industria de alimentos implementando una nueva política de picking y de control de calidad. Para esto, realizaron un análisis detallado de las variables y procesos involucrados que manejaba la empresa dentro de sus almacenes (con un SKU de 480 productos). Al tratarse de productos perecibles y que también pueden ser almacenados congelados, era necesario medir los tiempos actuales que se manejaban dentro de sus procesos internos de almacenaje, desde la descarga de los camiones hasta la expedición de estos con los productos, incluyendo el análisis y clasificación ABC de los productos que maneja el almacén. (Leite et al., 2019, pp. 274-275).

Para realizar la simulación utilizaron el software Simul8, que les permitió validar distintos escenarios y modificaciones dentro de todos los procesos involucrados en el picking y los controles a los camiones. La propuesta de esta simulación principalmente era proponer un escenario diferente en el picking utilizado. La empresa utilizaba el *discrete picking* que es la recolección de los productos de almacén de acuerdo al orden de llegada de los pedidos. La propuesta fue cambiarlo por un modelo de *wave picking*, “Para ello, agrupamos todos los vehículos pequeños para picking. Un grupo de recolectores es responsable de recolectar todos los artículos de la ola respectiva y los deja en un área de espera dentro de la cámara para mantener la temperatura adecuada. Se produce una nueva separación, rompiendo las olas en los vehículos solicitados y llevando las solicitudes a su muelle de expedición” (Leite et al., 2019, p. 275). Adicionalmente al *wave picking*, se agregaron escenarios para las políticas de control de calidad durante la expedición, con porcentajes de verificación de los vehículos del 100% revisados hasta el 20%.

Los resultados que obtuvieron fue que el tiempo empleado por los trabajadores para el picking aumentó en promedio un 39%, según explican, esto se debe a por momentos había un cuello de botella al querer cubrir ambas oleadas: “Dado que ambas operaciones (recogida de los artículos y separación final) las realiza el mismo selector de recursos; a menudo, un proceso puede bloquear todos los recursos y paralizar la otra actividad, lo que genera largas colas.” (Leite et al., 2019, p. 277).

Sin embargo, los resultados del estudio también hallaron que este cambio de política de picking permitió la reducción de la utilización de recursos de los recolectores hasta en un 15%, por lo que es posible todavía aplicar mejoras relacionadas al picking que se utiliza en el centro de distribución. Por otro lado, respecto al control de calidad de los vehículos, se concluyó que los escenarios con una revisión del 76% al 46% de los vehículos se obtenían mejores resultados tomando en cuenta el tiempo involucrado y la efectividad de las revisiones. (Leite et al., 2019, p. 278). Este estudio abre posibilidades relacionadas a seguir buscando mejoras a través de las simulaciones y escenarios, para determinar qué técnicas y métodos pueden ayudar a mejorar el performance en un almacén.

Existen diversas tecnologías empleadas para optimizar las operaciones logísticas de las empresas. Específicamente hablando de los almacenes, una de las tecnologías más útiles y reconocidas a nivel mundial son los WMS o los sistemas de gestión de almacenes. Según los autores Ribeiro, Silva & Benvenuto (2006) cada vez hay más empresas que tercerizan o subcontratan servicios para realizar sus actividades logísticas causando de esta manera un gran incremento en la demanda de este tipo de servicios que cada día son más complejos. Por otra parte, los avances tecnológicos y los avances en la tecnología de la información (TI) han fomentado a que estos servicios también evolucionen, creándose así el WMS. Los sistemas de gestión de almacenes son un complemento del ERP que ayuda a optimizar las actividades operativas y administrativas en el proceso de almacenamiento.

El objetivo de este estudio era comprobar si verdaderamente la implementación de los WMS incrementa los niveles de servicio de las empresas. Se empleó una investigación en base a recolección de datos cualitativos dentro de la cual se realizaron entrevistas semiestructuradas con preguntas abiertas y cerradas con profesionales del área

de almacenamiento y tecnología de la información. Estas entrevistas fueron grabadas ya que los autores “destacan la importancia de volver a visitar las fuentes, si es necesario, visitar otras para tener diferentes visiones del mismo problema y aclarar la información. (Ribeiro, Silva, & Benvenuto, 2006, p. 528).

Se utilizaron los centros de distribución de 2 empresas distintas dentro del estudio del caso: una de servicios netamente logísticos y otra especializada en alimentos. En ambos casos se obtuvieron resultados distintos pero que a la vez se complementaban y responden las interrogantes de los autores. En el primer caso se identificaron algunas dificultades en cuanto a la implementación del mismo sistema en donde resalta la dificultad de “adaptar el sistema a las situaciones reales de operación del almacén” (Ribeiro, Silva, & Benvenuto, 2006, p. 533). En el segundo caso, los operarios venían de un pequeño sistema automatizado y se hizo énfasis en su capacitación para poder utilizar con totalidad el WMS. En ambos casos se tuvieron complicaciones en la implementación del sistema, pero en lo que respecta a los beneficios que se obtuvieron durante las operaciones cumplieron con las expectativas de las empresas. De igual manera se pudo comprobar que el WMS permite la reducción de costos, la reducción de retrasos en las entregas y un aumento notable en la productividad de las operaciones logísticas. (p. 534-536).

Por último, se pudo observar que en muchos casos la elección del tipo de tecnología a utilizar está más relacionada con el tamaño de la empresa y con las características de los productos. Es siempre muy importante realizar un análisis previo para decidir cuál es la mejor solución antes de asumir que un ERP o un WMS son las soluciones a cualquier problema (Ribeiro, Silva, & Benvenuto, 2006, p. 536).

Cabe resaltar la importancia de seleccionar correctamente las tecnologías de almacenes considerando los diferentes tamaños de empresas, las cuales permiten una gestión efectiva y bien planificada para los recursos que las empresas tienen, como recursos se consideran desde materiales, productos e información que ayuden para una buena toma de decisiones. Como objetivo del estudio el poder proporcionar información relevante y acertada acerca de la gestión de conocimientos mediante el uso de almacenes de datos (Ballesteros, Arango, Adarme y Zapata, 2019, p. 421)

Este presente estudio consiste primero en realizar un análisis teórico del Knowledge Management, el cual contiene información relevante y disponible para que cualquier persona pueda comprenderla y a partir de ello empezar a tomar decisiones. La información se debe presentar en dos dimensiones, en donde se sugiere que la información tácita debe estar unida con las experiencias, intuición y la información explícita debe ser aquel lenguaje que puede estar almacenada en los sistemas. KM es el proceso de tomar medidas para un efectivo uso de los recursos y tomar cierta ventaja estratégica, como objetivo de este proceso es asegurar vital información para que sea bien seleccionada, organizada y compartida en todas las operaciones de la empresa, para así poder lograr las diferentes metas.

El propósito de diseñar una base de datos en el sistema va relacionado con el fin de como poder adquirir, clasificar y analizar grandes cantidades de información y sacar conocimientos para poder aplicarlos en los almacenes. Dichos conocimientos se pueden implementar en los desafíos que se presentan actualmente, como por ejemplo el aceleramiento del proceso. Normalización de la base de datos significa tomar información real pasada, con errores, anomalías, que ayudarán a mejorar la base mediante la descomposición de las relaciones; sin la normalización dicha información será ineficiente e incierta.

Systematic Layout Planning es una antigua técnica para el uso adecuado de la planta y su correcto diseño y distribución. Se utiliza como una nueva perspectiva en donde la reestructuración de este optimiza el proceso y siempre asegura un mejor flujo de los materiales, personal e información.

Como resultados en el estudio se pudo determinar que toda la información adquirida sirve como referencia y apoyo para la innovación y desarrollo del capital con fin de poder superar todo lo correspondiente a las dificultades en el almacén. Se recomienda usar una aplicación de base de datos para que se pueda manejar correctamente y así poder usar todas las posibles herramientas que ayuden a mejorar el proceso de almacenamiento.

Dentro de los cambios que existen en la actualidad acerca de las cadenas de suministro en diversos rubros de negocio, se ha revolucionado el uso, manejo y control de la información dentro de las empresas con la cadena de bloques, mencionado en el

artículo como *blockchain*. Este mayor control y manejo de la información resulta de tener una mejor arquitectura digital de la base de datos, al diseñar elementos de mayor precisión y concordancia con el rubro de negocio. Para el caso del artículo llamado “‘*Fit-for-purpose?*’ – *challenges and opportunities for applications of blockchain technology in the future of healthcare*”, las ventajas del uso del *blockchain* están enfocadas en el sector salud que funciona como una aplicación central manejando elementos como medicamentos y pacientes

Blockchain es una tecnología de contabilidad digital distribuida compartida que puede facilitar mejor la gestión de datos, la procedencia y seguridad, y tiene el potencial de transformar la atención médica. Es importante destacar que blockchain representa una arquitectura de datos, cuya aplicación va mucho más allá de Bitcoin, la criptomoneda que se basa en blockchain y ha popularizado la tecnología. En el sector de la salud, blockchain está siendo explorado agresivamente por varias partes interesadas para optimizar procesos comerciales, reducir costos, mejorar los resultados del paciente, mejorar el cumplimiento y permitir un mejor uso de datos relacionados con la salud. (Mackey et al., 2019, p.1)

Habiendo mencionado las ventajas de la aplicación de Blockchain en la cadena de suministro dentro del rubro de negocio, se explicará, brevemente, las personas y entidades involucradas en la cadena de suministro de una empresa de rubro de salud, para poder entender, con mayor claridad, las ventajas mencionadas en el párrafo anterior.

En la era de la globalización, la mayoría de las cadenas de suministro ahora abarcan múltiples países, actores y productos. Las cadenas de suministro farmacéuticas no son una excepción y se caracterizan por su complejidad y fragmentación, que incluyen los diferentes actores que participan en las cadenas de suministro de farmacéuticas como fabricantes, mayoristas, envasadores, proveedores de logística, reguladores, hospitales, farmacias / dispensadores y, por supuesto, el paciente usuario final. (Mackey et al., 2019, p. 10).

Sin embargo, el mayor problema que tienen las farmacéuticas, hoy en día, son los medicamentos falsos. El uso de blockchain reduce, totalmente, la posibilidad de ser víctimas de estafa en la adquisición de medicamentos.

Blockchain tiene el potencial de abordar muchos desafíos de la cadena de suministro farmacéutica, aunque un destacado caso de uso ha sido su aplicación para combatir la falsificación y medicamentos de calidad inferior (es decir, falsificados). Abordar este problema se centra en el desarrollo de blockchain soluciones que pueden permitir la confianza y la verificación del suministro de datos de la cadena a medida que los medicamentos atraviesan la cadena de suministro global, al mismo tiempo que permite a los participantes identificar posibles infiltraciones de medicamentos falsos a través de una mayor visibilidad de datos de transacciones falsas de la cadena de suministro. Estos sistemas también podrían actuar como una arquitectura de datos para mejorar la interoperabilidad, seguimiento y localización y requisitos de pedigrí electrónico, todas características importantes de una cadena de suministro moderna. (Mackey et al., 2019, p. 10-11).

Luego de conocer las ventajas y soluciones principales que brinda Blockchain al negocio farmacéutico, se puede concluir lo siguiente:

El verdadero valor de una cadena de bloques farmacéutica puede no encontrarse en casos de uso específicos. En cambio, desbloquear el potencial de blockchain podría usarse mejor para objetivos más amplios de acelerar la cadena de suministro de salud, modernización, desbloqueo de datos para mejorar la cadena de suministro, su desempeño y gestión, aumentando la transparencia para mejorar la gobernanza y la rendición de cuentas, avanzando hacia la armonización regulatoria de las redes de la cadena de suministro y abordando problemas relacionados con la "última milla", barreras en el acceso, la calidad y la asequibilidad de los medicamentos. (Mackey et al., 2019, p. 12).

## **APORTES A LA LITERATURA**

Actualmente, varios clientes han aumentado las expectativas con respecto al servicio y al valor total de las operaciones en los almacenes. La importación del balance de los valores de la disponibilidad, costos y la velocidad. Diferentes cambios en la dinámica del mercado y cómo han ido evolucionando los productos y procesos han desafiado a las empresas a buscar la optimización de recursos o sistemas. Como se mencionó anteriormente en los estudios, es importante resaltar la función de un software para la administración en almacenes para así poder tener un cumplimiento ágil. Con un enfoque unificado se pueden evaluar variados requisitos de manera integral, incorporando servicios con un valor agregado, eliminando cuellos de botella.

Es de gran importancia contar con un WMS, adaptable, para operaciones de alta velocidad en los negocios. Dentro de los diferentes beneficios de dicha tecnología moderna debemos resaltar el aumento en la productividad, mejora en el rendimiento del inventario, ahorro en los costos de transporte y de cumplimiento. Dichas funcionalidades avanzadas en un almacenamiento tienen como fin el satisfacer las necesidades, además de brindar soporte; tecnología fundamental para implementarse en instalaciones.

Por el otro lado, es importante resaltar la gran importancia que está teniendo el análisis de la información en las áreas logísticas de las empresas. La recolección y el análisis de la data cuantitativa como cualitativa ayuda a las empresas a tomar las mejores decisiones frente a diferentes problemáticas. Si bien es cierto que aún hay muchas empresas que no cuentan con las tecnologías o los conocimientos adecuados para su rubro, es certero predecir que con la globalización y el aumento de la competitividad del mundo actual poco a poco las empresas se irán adecuando para sobrevivir.

El mundo se encuentra en un momento crítico en donde las empresas evolucionan cada día. “Los clientes de hoy demandan mayor rapidez y precisión en la entrega de productos, exigiendo altos estándares de calidad. Las nuevas tendencias en la demanda exigen competitividad a las empresas, lo que requiere de éstas el uso de herramientas como softwares de gestión de almacenes y otros sistemas que permitan la optimización de almacenaje y flexibilidad en la entrega.” (Inforges, 2018).

## CONCLUSIONES

Luego de revisar distintos artículos, es factible concluir que la tecnología implementada en los almacenes no necesariamente debe ser utilizada como sistema, red o plataforma para una mejor administración y control, también puede ser utilizada en las actividades diarias reemplazando el trabajo humano para evitar, de esa manera, problemas productivos como daños a la salud humana.

Además, se puede concluir que toda la información adquirida sirve como referencia y apoyo para la innovación y desarrollo del capital con fin de poder superar todo lo correspondiente a las dificultades en el almacén; sin embargo, esta información debe ser pulida y transformada en soluciones con la ayuda de aplicaciones relacionadas a la base de datos, como es el ejemplo de Simul8, el cual permite validar variados escenarios y con diversas modificaciones dentro de todos los procesos involucrados en el picking y los controles a los camiones. Consecuentemente, se reducen los costos relacionados a la logística de una empresa, enfocados en el almacenaje, control de calidad y transporte.

Por otro lado, se utilizó un WMS en una empresa de alimentos como una empresa logística. Este sistema permite la reducción de costos, la reducción de retrasos en las entregas y un aumento notable en la productividad de las operaciones logísticas en ambos casos; sin embargo, existieron complicaciones en la aplicación, ya que las empresas eran de distintas características contra una aplicación estándar. Por esa razón, se puede concluir que es de suma importancia tener un conocimiento total del tamaño de la empresa y las características de los productos para una mejor elección del sistema a usar.

Habiendo explicado en las conclusiones anteriores la importancia de la información y su buen uso, existe un caso específico utilizado en el sector salud, mercado de las farmacéuticas. Dentro de las farmacéuticas, se propuso el uso de Blockchain, que es una tecnología de contabilidad digital distribuida compartida que puede facilitar mejor la gestión de datos, la procedencia y seguridad, y tiene el potencial de transformar la atención médica. Por esa razón, se puede concluir que, todas las tecnologías brindadas en la logística no son de uso común, pueden ser implementadas, específicamente, por cada sector.

## REFERENCIAS

- Ballesteros-Rivireos, F. A.; Arango-Serna, M. D.; Adarme-Jaimes, W. & Zapata-Cortés, J. A. (2019). *Storage allocation optimization model in a Colombian company*, vol.86, n.209, pp.255-260. <http://dx.doi.org/10.15446/dyna.v86n209.77527>
- Fernandes, Baptista, A., Silva, F. J. G., Campilho, R. D. S. G., & Pinto, G. F. L. (2019). Intralogistics and industry 4.0: Designing a novel shuttle with picking system. *Procedia Manufacturing*, 38, 1801-1832. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.078>
- Inforges. (30 de abril de 2018). *Beneficios de contar con un software de gestión de almacenes SGA*. Obtenido de <https://www.inforges.es/post/beneficios-software-gestion-de-almacenes-sga>
- Mackey et. al. BMC Medicine (2019). *'Fit-for-purpose?' – challenges and opportunities for applications of blockchain technology in the future of healthcare*. <https://doi.org/10.1186/s12916-019-1296-7>
- Ribeiro, Priscilla Cristina Cabral, Silva, Leonardo Alencar Ferreira, & Benvenuto, Sandra Regina dos Santos. (2006). *O uso de tecnologia da informação em serviços de armazenagem*. *Production*, 16(3), 526-537. <https://doi.org/10.1590/S0103-65132006000300013>
- Zelak Leite Bastos, Fernando, Tadeu Scarpin, Cassius, & Pécora Junior, Jose Eduardo. (2019). *Planificación de picking y análisis de control de calidad mediante simulación discreta: caso en una industria alimentaria*. *DYNA*, 86(208), 271-280. <https://dx.doi.org/10.15446/dyna.v86n208.76105>

## BIBLIOGRAFÍA

Esnova. (12 de febrero 2020). *¿En qué consisten los almacenes automatizados? Usos y aplicaciones*. Obtenido de <https://esnova.com/es/blog/almacenes-automatizados-usos-y-aplicaciones/>

Mecalux. (s.f.). *Almacenes verticales y carruseles verticales u horizontales*. Obtenido de <https://www.mecalux.es/manual-almacen/sistemas-de-almacenaje/almacen-vertical-carrusel-horizontal>

The Logistics World. (4 de noviembre de 2019). *Novedades de tecnología para la gestión del almacén*. Obtenido de <https://thelogisticsworld.com/historico/novedades-de-tecnologia-para-la-gestion-del-almacen/>

