

Análisis del aporte de las tecnologías emergentes en los procesos operacionales de la cadena de suministro en una empresa manufacturera del Valle del Cauca, Colombia.

Analysis of the contribution of emerging technologies in the operational processes of the supply chain in a manufacturing company in Valle del Cauca, Colombia.

Santiago Andrade Moscoso¹
Santiago.andrade00@usc.edu.co

Samuel Arango Salcedo²
Samuel.arango00@usc.edu.co

Laura Juliana Rosero Caicedo³
Laura.rosero02@usc.edu.co

Universidad Santiago de Cali, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Industrial (1)
Universidad Santiago de Cali, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Industrial (2)
Universidad Santiago de Cali, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Industrial (3)

Resumen

En esta investigación se desea estudiar el aporte de las tecnologías emergentes en una empresa manufacturera del Valle del Cauca, donde se busca conocer si brinda beneficios o no la implementación de un sistema de gestión de inventarios en el CEDI de la compañía. Por lo tanto, el objetivo general es analizar el aporte de las tecnologías emergentes en los procesos operacionales en una empresa manufacturera del Valle del Cauca, Colombia y en cuanto los objetivos específicos, identificar los avances tecnológicos relacionados con las tecnologías emergentes aplicadas a la cadena de suministro, definir los procesos de la cadena de suministro susceptibles a la aplicación de la tecnología emergente y como resultado final simular en FLEXSIM el impacto de las tecnologías emergentes en la cadena de suministro en el proceso logístico en una empresa manufacturera del Valle del Cauca, Colombia. Se utilizó una metodología cuantitativa, donde se utilizarán datos numéricos para medir y evaluar el impacto de las tecnologías emergentes. En esta investigación se logró obtener resultados en cuanto a la reducción de movimiento innecesarios por parte del sistema gestión de inventarios WMS, se obtuvo un aumento significativo en el tiempo de aprovechamiento con el fin de destinarlo a otras tareas o realizar mantenimiento a los equipos, por otro lado, se puede observar que con la implementación del WMS se tiende a disminuir el margen de error en la organización de los productos a almacenar. Donde se puede concluir que la implementación de esta tecnología emergente en esta empresa manufacturera genera beneficios en cuanto a la mejora de logística y almacenamiento, también en aumento de tiempos de aprovechamiento para el desarrollo de otras actividades que sumen a la cadena de suministro.

Palabras Clave: Cadena de suministro, competitividad, logística, procesos operacionales, tecnologías emergentes, wms.

Abstract

This research aims to study the contribution of emerging technologies in a manufacturing company in Valle del Cauca, where it is sought to know whether or not the implementation of an inventory management system in the company's CEDI provides benefits. Therefore, the general objective is to analyze the contribution of emerging technologies in operational processes in a manufacturing company in Valle del Cauca, Colombia and as specific objectives, identify technological developments related to emerging technologies applied to the supply chain, Define the supply chain processes susceptible to the application of emerging technology and, as a final result, simulate in FLEXSIM the impact of emerging technologies on the supply chain in the logistics process in a manufacturing company in the Valle del Cauca, Colombia. A quantitative methodology was used, where numerical data will be used to measure and assess the impact of emerging technologies. This investigation has shown that the WMS inventory management system can reduce unnecessary movement, there was a significant increase in the time spent on other tasks or maintenance of equipment, on the other hand, it can be observed that with the implementation of WMS there is a tendency to decrease the margin of error in the organization of the products to be stored. Where it can be concluded that the implementation of this emerging technology in this manufacturing company generates benefits in terms of improved logistics and storage, also increasing lead times for the development of other activities that add to the supply chain.

Keywords: competitiveness, emerging technologies, logistics, operational processes, supply chain, wms.

1 INTRODUCCIÓN

Como primer punto a mencionar en esta introducción se tiene el concepto de cadena de suministro que según Chorpa y Meidl (2013).

La cadena de suministro se compone de todas las partes involucradas, directa o indirectamente, para satisfacer la petición de un cliente. La cadena de suministro incluye no sólo al fabricante y los proveedores, sino también a los transportistas, almacenistas, vendedores al detalle (menudeo), e incluso a los clientes mismos. Dentro de cada organización, la cadena de suministro incluye todas las funciones relacionadas en la recepción y satisfacción del pedido de un cliente. Estas funciones incluyen, sin limitarse, el desarrollo de un nuevo producto, el marketing, las operaciones, la distribución, las finanzas y el servicio al cliente.

De acuerdo con el orden de cómo se desarrolló la investigación, se inicia con la cadena de suministro, como lo menciona la Universidad Cesuma, (2024):

La teoría propone al conjunto de intermediarios y proveedores que intervienen en el trayecto, desde el productor hasta el consumidor final. Para cada producto o línea de productos puede haber una lista distinta de actores y empresas. Así, con cada nuevo producto de este tipo, se tiene que crear todo de nuevo, como contratar a un gestor para que administre el proceso. La gama de actividades puede incluir el traslado de piezas, el almacenamiento, el movimiento de materias primas y otras tareas relacionadas con la producción no terminada. Esto también puede incluir el inventario.

Desde el punto de vista de Contreras y Salazar, (2023):

Actualmente estudiar las tecnologías emergentes proporcionan la oportunidad de ofrecer productos y servicios innovadores que logren ser adaptados a las necesidades del mercado, tecnologías como la inteligencia artificial (IA), el Internet de las cosas (IoT), la automatización y el análisis de datos, están transformando la forma en que se gestionan las operaciones de la cadena de suministro en las distintas áreas de las compañías.

Figura 1. Cadena de suministro.



Fuente: (Moya, 2023).

Citando a Tomasseti, (2024), donde expone el concepto de procesos de la cadena de suministro.

Los procesos de la cadena de suministro contienen distintas fases para que un producto llegue a un cliente o un consumidor final teniendo un proceso de transformación empezando por la materia prima, justo después de obtener la materia prima sigue el proceso de producción donde se fabrica o se manufactura los bienes y productos a partir de materias primas o componentes.

Según lo expresan Verlag y Verlag, (2007), “como parte fundamental las empresas manufactureras son una organización compleja que consta de varios departamentos cuyas actividades están estrechamente relacionadas entre sí. En la mayoría de las empresas, las diferentes actividades suelen estar coordinadas y organizadas”.

En 2025, donde miles de compañías a nivel mundial están utilizando las tecnologías más importantes para el desarrollo de sus productos o para la optimización de procesos en sus compañías, cada día para las empresas Colombia es un desafío latente estar de la mano con las tecnologías, ya que la implementación de alguna de las anteriormente mencionadas es una inversión enorme en cuanto a capital financiero. Si se desea observar la utilización de las tecnologías en las compañías colombianas, es coherente saber que las empresas según su tipo de organización en este caso hablando de las empresas grandes, tienen el capital financiero para realizar una exitosa implementación de una tecnología para la mejora de sus procesos.

La evolución de la tecnología es un factor fundamental para el avance en la competitividad empresarial. Desarrollar esta investigación desde la perspectiva de una empresamanufacturera del Valle del cauca que implementó hace aproximadamente un año y medio en uno de sus almacenes de producto terminado el sistema de gestión de almacenes (WMS), podría generar un análisis en cuanto a efectividad, eficiencia y la tasa de desperdicio.

Como lo sugieren Ramos Rivadeneira y Jiménez, (2024):

Como Ingenieros Industriales, surgen algunos interrogantes en cuanto al crecimiento exponencial de las tecnologías en el sector empresarial, debido a que múltiples investigaciones muestran que posiblemente en un futuro miles de trabajos manuales puedan llegar a ser reemplazados por tecnologías avanzadas. Como, por ejemplo, en la compañía Bavaria en su planta de producción, implementó el sistema de embotellamiento y enlatado de alta velocidad, lo cual reemplazó una serie de capital humano.

Concluyendo esta introducción, se propone como objetivo general analizar el aporte de las tecnologías emergentes en los procesos operacionales en una empresa manufacturera del Valle del Cauca, Colombia y en cuanto a los objetivos específicos, se pretende identificar los avances tecnológicos relacionados con las tecnologías emergentes aplicadas a la cadena de suministro en segundo instante, definir los procesos de la cadena de suministro susceptibles a la aplicación de la tecnología emergente y finalmente como resultado final simular en FLEXSIM el impacto de las tecnologías emergentes en la cadena de suministro en el proceso logístico en una empresa manufacturera del Valle del Cauca, Colombia.

Es por ello por lo que se establece la siguiente pregunta: ¿Cuál es el aporte de las tecnologías emergentes en los procesos de la cadena de suministro en el departamento del Valle del Cauca?

Por otra parte, los estudios realizados por Santos et a. (2023), han abordado temas como el internet para las cosas (IOT), la inteligencia artificial (IA) y las tecnologías emergentes, estos hallazgos fueron de vital importancia para el presente estudio, el cual busca profundizar en el analisis del aporte de las tecnologiad emergentes en la cadena de suministros.

La investigacion revela una clara tendencia hacia la adopción de tecnologías emergentes en el diseño industrial con el fin de mejorar la gestión del transporte y la logística. A medida que las empresas buscan soluciones para enfrentar los desafíos de una economía globalizada y una demanda de entregas cada vez más rápidas, estas tecnologías se han convertido en piedras angulares para lograr eficiencia operativa, reducción de costos y sostenibilidad ambiental.

Como lo mencionan Velez y Sánchez (2023) en su artículo:

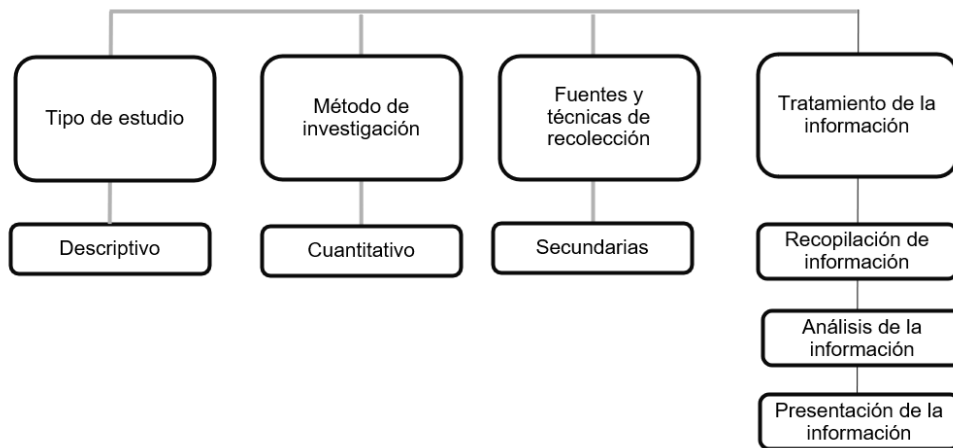
Con el objetivo realizar un análisis de la cadena de suministros del sector aguacatero en Colombia, con el fin de determinar cómo su gestión se puede mejorar haciendo uso de la tecnología Blockchain. Con la llegada de la cuarta revolución industrial, y las nuevas tecnologías de la información, las cadenas agroalimentarias se ven enfrentadas a una gran variedad de desafíos que suponen mayor colaboración entre organizaciones, mayor transparencia, y mayor sostenibilidad. Evidentemente, tecnologías como el Blockchain, el IoT, la inteligencia artificial, y el Machine Learning se están incorporando en las operaciones del día a día de los distintos eslabones de la cadena de suministros, y están posibilitando generar más valor para el consumidor final y el medio ambiente. La gestión de las cadenas de suministros se ha convertido indiscutiblemente en un factor crítico para las empresas, especialmente para aquellas que desean ser competitivas en el mercado global.

La Investigación realizada por Aranda Ocampo et a. (2024):

Explora los desafíos y oportunidades de implementar Blockchain en la SCM (Supply Chain malajemente) de empresas logísticas en Colombia. Se busca identificar problemas actuales, evaluar cómo Blockchain puede resolverlos, analizar obstáculos para su adopción, y descubrir oportunidades de mejora. Además, se propondrán estrategias para una implementación efectiva de Blockchain, con el objetivo de optimizar la transparencia, eficiencia y seguridad en la SCM colombiana.

2 MATERIALES Y MÉTODOS/METODOLOGÍA

Figura 2. Metodología aplicada.



Fuente: Elaboración Propia.

Uno de los medios que se utilizó para el desarrollo del diseño de esta investigación fue la matriz de relacionamiento, es una herramienta que presenta y resume de una manera simple y fácil de entender, todos los elementos presentes que conlleva la investigación a tratar, partiendo desde el título hasta la metodología empleada en el proyecto, permite que cada parte de la investigación esté conectada y alineada de manera coherente y lógica. Para este proyecto de investigación fue fundamental comenzar a desarrollar la matriz desde el principio para de esta manera interconectar todos los elementos, como lo son título, objetivo general y objetivos específicos, las herramientas que se utilizaron para desarrollar dicho proyecto, como el marco teórico que está directamente relacionado con las bases de la investigación, el cronograma de actividades para tener una visión panorámica en cómo se iba desarrollando cada actividad planteada y finalmente la metodología utilizada que fue enfoque cuantitativo.

En cuanto a la matriz de relacionamiento de este proyecto se tiene de la siguiente forma, ver tabla 1

Tabla 1. Matriz de relacionamiento.

Título	Análisis del aporte de las tecnologías emergentes en los procesos operacionales de la cadena de suministro en una empresa manufacturera del Valle del Cauca, Colombia		
Pregunta de Investigación	¿Cuál es el aporte de las tecnologías emergentes en los procesos operacionales en la cadena de suministro en el Valle del Cauca?		
Objetivo General	Analizar el aporte de las tecnologías emergentes en los procesos operacionales de la cadena de suministro en una empresa manufacturera del Valle del Cauca, Colombia.		
Objetivos			

Específicos	Identificar los avances tecnológicos relacionados con las tecnologías emergentes aplicadas a la cadena de suministro.	Definir los procesos de la cadena de suministro susceptibles a la aplicación de la tecnología emergente.	Simular en FLESXIM el impacto de las tecnologías emergentes en la cadena de suministro en el proceso de logística en una empresa manufacturera del Valle del Cauca.	
Herramientas Instrumentos:	Simulación discreta en FLESXIM.			
Marco teórico	Tecnologías emergentes	Cadena de suministro	Internet de las cosas (IoT)	Producción

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la matriz de relacionamiento, el marco teórico que sustenta la investigación se encuentra compuesta por las siguientes definiciones teóricas:

2.1 Marco teórico:

Tecnologías Emergentes

De acuerdo con Evaluando Software (2023):

Estudiar las tecnologías emergentes proporcionan la oportunidad de ofrecer productos y servicios innovadores que logren ser adaptados a las necesidades del mercado, la automatización y el análisis de datos, están transformando la forma en que se gestionan las operaciones de la cadena de suministro en las distintas áreas de las compañías.

Cadena De Suministro

Partiendo de la teoría que brinda Chopra y Meindl (2013):

Se dice que la cadena de suministro se compone de todas las partes involucradas, directa o indirectamente, para satisfacer la petición de un cliente. La cadena de suministro incluye no sólo al fabricante y los proveedores, sino también a los transportistas, almacenistas, vendedores al detalle (menudeo), e incluso a los clientes mismos. Dentro de cada organización, la cadena de suministro incluye todas las funciones relacionadas en la recepción y satisfacción del pedido de un cliente. Estas funciones incluyen, sin limitarse, el desarrollo de un nuevo producto, el marketing, las operaciones, la distribución, las finanzas y el servicio al cliente.

Internet De Las Cosas (IoT)

De acuerdo con la definición de ORACLE (2023):

Que describe la red de objetos físicos ("cosas") que llevan incorporados sensores, software y otras tecnologías con el fin de conectarse e intercambiar datos con otros dispositivos y sistemas a través de Internet. Estos dispositivos van desde objetos domésticos comunes hasta herramientas industriales sofisticadas. También está el IoT industrial (IIoT) hace referencia a la aplicación de la tecnología IoT en entornos industriales, especialmente con respecto a la instrumentación y control de sensores y dispositivos que utilizan tecnologías en la nube.

Flexxim

Según Vásquez, (2020):

FLESXIM es un poderoso programa de simulación que permite visualizar y probar cambios en las operaciones y los procesos de logística, manejo de materiales y manufactura de la manera más rápida y sencilla evitando los altos costos, riesgos y extensos tiempos que conllevan experimentar con cambios en el mundo real y su análisis por prueba y error.

Empresa Manufacturera

Bajo el concepto de Daza et al (2021), “como parte fundamental las empresas manufactureras son una organización compleja que consta de varios departamentos cuyas actividades están estrechamente relacionadas entre sí. En la mayoría de las empresas, las diferentes actividades suelen estar coordinadas y organizadas”.

2.2 Estado del arte:

- Título: La inteligencia perimetral permitió la planificación de rutas de entrega para manejar cambios en un entorno incierto de la cadena de suministro.
- (Peng, 2024)
- **Resultados Obtenidos:**
 - Reducción de costos logísticos.
 - Flexibilidad en la planificación de rutas.
- **Limitantes:**
 - Costos de implementación.
 - Complejidad operativa.

- Título: Mejora de la resiliencia de la cadena de suministro: un enfoque de aprendizaje automático para predecir las fechas de disponibilidad de los productos en situaciones de interrupción.
- (Can Camur, 2023)
- **Resultados obtenidos:**
 - Modelos de Predicción.
 - Precisión Crucial.
 - Algoritmos Basados en Árboles.
- **Limitantes:**
 - Calidad y disponibilidad de datos.
 - Dinámica de la cadena de suministro.
 - Escalabilidad del modelo.

- Título: Cadena de suministro sostenible, resiliente y con capacidad de respuesta con predicción de la demanda: un enfoque de programación robusto de intervalo tipo 2.
- (Mondal, 2024)
- **Resultados obtenidos:**
 - Optimización de la sostenibilidad y la resiliencia.
 - Mejora en aspectos sociales, ambientales y económicos.
- **Limitantes:**
 - Complejidad computacional.
 - Generalización de los resultados.

- Título: Evaluación de la Adopción de Tecnologías Emergentes en la Cadena de Suministro: Impacto en la Eficiencia, Sostenibilidad y Gestión Organizacional en Empresas Colombianas.
- (Marroquín Silva, Orozco López, & Bermúdez Hernández, 2024)
- **Resultados obtenidos:**
 - Éxito en la adopción gracias a la cultura organizacional.
 - Determinación del impacto en eficiencia, sostenibilidad y gestión.
 - Identificación de desafíos, ventajas y estrategias óptimas.
- **Limitantes:**
 - Falta de investigaciones empíricas.
 - Desafíos en la apropiación de un sistema de riesgos.
 - Resistencia al cambio, complejidad tecnológica y falta de recursos.

- Título: Evaluación de la integración de la gestión de calidad en la cadena de suministro en los procesos de comercio exterior caso de estudio en el Valle del Cauca.
- (Jiménez Escobar, 2018)
- **Resultados obtenidos:**
 - Herramientas de evaluación.
 - Validación del modelo de investigación.
 - Análisis de la integración de la gestión de calidad.
- **Limitantes:**
 - Alcance geográfico.
 - Subjetividad de la información.
 - Dependencia de la información proporcionada.

2.3 Tipo y enfoque de la investigación.

Para explicar el enfoque utilizado en este trabajo de grado según Hernández (2014):

El enfoque cuantitativo utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías.

De acuerdo con la figura 2, el tipo de estudio que se empleó fue el descriptivo, en cuanto a la metodología cuantitativa la recopilación de datos fue principalmente números y valores, donde se utilizó un análisis estadístico para poder realizar las mediciones en cuanto a reducción de tiempos o movimientos.

Por otro lado, las fuentes y técnicas de recolección, se escogió realizar una búsqueda de trabajos universitarios y artículos de investigación que respalden la investigación realizada en este artículo de grado.

Como último punto de la metodología utilizada, se encuentra el tratamiento de información que se divide en tres partes. La recopilación de información que ha sido clave para lograr completar este artículo de grado, por otro lado, el análisis de la información que añade un enfoque crítico y descriptivo, y por último, la presentación de la información con las variables encontradas se decidió realizar una simulación en FLESXIM de acuerdo con los dos escenarios vistos (antes de la implementación de la tecnología emergente y después de la implementación de la tecnología emergente en la empresa manufacturera del valle del cauca, Colombia).

2.3.1 Población y muestra.

Es importante mencionar la empresa manufacturera del Valle del Cauca, donde el nombre se omite por políticas de privacidad de la compañía, teniendo en cuenta que en esta empresa se utiliza el CEDI (centro de distribución) para almacenar sus productos terminados para que, a la hora del despacho de la mercancía para exportaciones, sea rápido el envío del producto a los clientes finales. Desde que entra al CEDI y cuando es inventariado, se coloca en los racks (estanterías) de acuerdo con la fecha de caducidad, todo esto es un proceso manual hecho por un operario en un montacarga en desorden, sin tener en cuenta que tan atrás queda o de fácil cargue. La compañía desea conocer los beneficios de la implementación del sistema de gestión de inventarios WMS en su CEDI y si es factible en temas financieros.

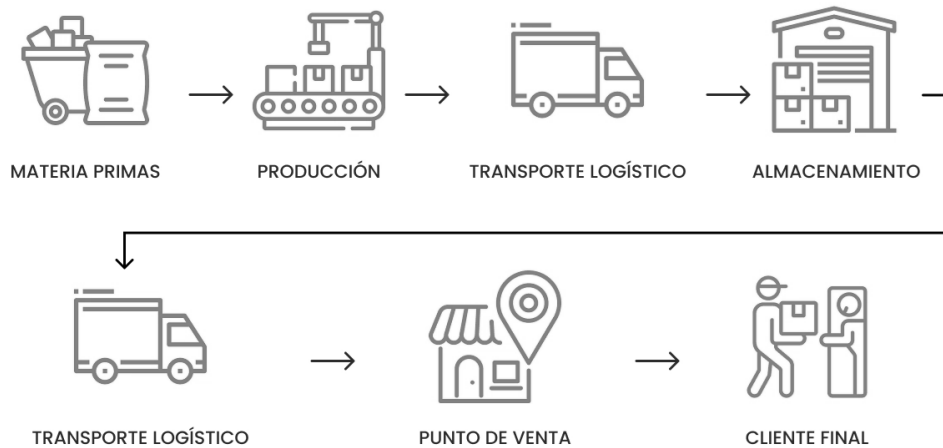
2.3.2 Recolección de datos.

En esta investigación los datos están dados por observación directa de cómo funciona el sistema WMS, conociendo por fuente directa de la empresa, cuantos turnos están al día, número de bultos y operarios.

2.3.3 Herramientas de análisis.

En cuanto herramientas de análisis fueron empleadas dos, el análisis estadístico en donde se recopilaban datos y se analizaron por medio de una simulación el FLEXSIM, generando así reducciones y aumentos significativos que se mostraran más a detalle en el apartado de resultados.

Figura 3. Tipos de procesos de la cadena de suministro.



Fuente: (Castillo Vargas, 2024).

2.4 Fases y Actividades.

Tabla 2. Fases y actividades.

Fases	Actividades
Fase 1. Identificar los avances tecnológicos relacionados con las tecnologías emergentes aplicadas a la cadena de suministro.	Actividad 1. Investigación bibliográfica acerca de la cadena de suministro.
	Actividad 2. Investigación bibliográfica acerca de las tecnologías emergentes.
	Actividad 3. Correlación entre cadena de suministro y tecnologías emergentes.
Fase 2. Definición de los procesos de la cadena de suministro susceptibles a la aplicación de la tecnología emergente.	Actividad 1. Determinación de los tipos de procesos en la cadena de suministro.
	Actividad 2. Estudio de cada tipo de proceso implicado en la cadena de suministro.
	Actividad 3. Determinar los procesos operacionales a trabajar (planeación, logística y producción).
Fase 3. Simular en FLEXSIM el aporte de las tecnologías emergentes en la cadena de suministro en el proceso de logística.	Actividad 1. Determinar las tecnologías emergentes que serán objeto de estudio (automatización e IoT).
	Actividad 2. Establecer los parámetros a utilizar para el desarrollo de la simulación (tiempos, horarios, empleados, turnos, inventario).

	Actividad 3. Desarrollo de simulación para visualizar el impacto de la implementación de una tecnología emergente en un proceso operacional.
	Actividad 4. Unificación de componentes de la simulación usando herramientas como "Connect Center Ports" en FLEXSIM.
	Actividad 5. Configuración de la simulación con un periodo de 5 días (lunes a viernes) y un turno de 8 horas por día.
	Actividad 6. Ejecución de la simulación y uso de un dashboard en FLEXSIM para comparar el sistema de inventarios con WMS y sin WMS.

Fuente: Elaboración propia.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Identificación de Avances Tecnológicos.

De acuerdo con el primer objetivo específico: Identificar los avances tecnológicos relacionados con las tecnologías emergentes aplicadas a la cadena de suministro.

Según Ferrovial (2020):

Las tecnologías emergentes se han estudiado y aplicado en la cadena de suministros. Esta teoría propone que las tecnologías emergentes se caracterizan por ser innovadoras que aportan mejoras frente a otras más tradicionales ya consolidadas, que aún no han alcanzado su nivel máximo de madurez, por lo que están en vías de desarrollo.

Como describe Oracle (2023):

En cuanto a los distintos tipos de tecnologías emergentes, en este trabajo de grado universitario se decidió utilizar al Internet de las cosas (IoT) que describe la red de objetos físicos ("cosas") que llevan incorporados sensores, software y otras tecnologías con el fin de conectarse e intercambiar datos con otros dispositivos y sistemas a través de Internet. Estos dispositivos van desde objetos domésticos comunes hasta herramientas industriales sofisticadas. También está el IoT industrial (IIoT) hace referencia a la aplicación de la tecnología IoT en entornos industriales, especialmente con respecto a la instrumentación y control de sensores y dispositivos que utilizan tecnologías en la nube.

Como lo plantea Red Heat (2023):

En la segunda tecnología emergente a utilizar es la automatización que consiste en usar la tecnología para realizar tareas con muy poca intervención humana. Se puede implementar en cualquier sector en el que se lleven a cabo tareas repetitivas. Sin embargo, es más común en aquellos relacionados con la fabricación, la robótica y los automóviles, así como en el mundo de la tecnología: en el software para la toma de decisiones empresariales y los sistemas de TI.

Desde el punto de vista de Chen (2024):

El Big data se refiere a conjuntos de datos extremadamente grandes y complejos que no pueden gestionarse ni analizarse fácilmente con las herramientas tradicionales de procesamiento de datos, en particular las hojas de cálculo. Los big data incluyen datos estructurados, como una base de datos de inventario o una lista de transacciones financieras; datos no estructurados, como publicaciones sociales o videos; y conjuntos de datos mixtos, como los que se utilizan para entrenar grandes modelos de lenguaje para la IA.

Como argumenta Aws (2017):

La tecnología de cadena de bloques es un mecanismo avanzado de bases de datos que permite compartir información transparente dentro de la red de una empresa. Una base de datos de cadena de bloques almacena los datos en bloques que se vinculan entre sí en una cadena. Los datos son cronológicamente consistentes debido a que no es posible eliminar ni

modificar la cadena sin el consenso de la red. Como resultado, se puede utilizar la tecnología de cadena de bloques para crear un libro mayor inalterable o inmutable para realizar un seguimiento de los pedidos, los pagos, las cuentas y otras transacciones. El sistema incluye mecanismos integrados que evitan las entradas de transacciones no autorizadas y crean coherencia en la vista compartida de estas transacciones.

Sistema de gestión de inventarios (Warehouse Management System):

Un buen sistema WMS puede ayudar optimizando todas las facetas de la gestión de almacenes –desde los procesos de recepción, put-away, y retiro, embalaje y envío hasta el seguimiento y reposición del inventario–. Y organiza todas estas actividades desde una sola interfaz. Los sistemas de gestión de almacenes también se integran con otras herramientas, incluyendo conceptos básicos como escaneo de código de barras y etiquetado RFID; los dispositivos portátiles de realidad aumentada (AR) y la robótica, más avanzados; y otras soluciones de misión crítica tales como los sistemas de gestión del transporte (TMS), el ERP, y el software de logística (Sap, 2022).

Acerca de los beneficios que menciona Sap (2022) que conllevan la implementación de este sistema son:

- Eficiencia operativa mejorada
- Menos desperdicios y costos
- Visibilidad sobre el inventario en tiempo real
- Gestión mejorada de la mano de obra
- Mejores relaciones con clientes y proveedores

¿Qué hace un sistema de gestión de inventarios (Warehouse Management System)?

Un WMS puede ayudar a las empresas a recibir, procesar y almacenar los artículos de la manera más eficiente en base a las reglas del negocio y el flujo del almacén. Antes de que existieran los sistemas de gestión de almacenes, se usaba bolígrafo y papel para recibir los artículos y conciliarlos con los pedidos de compra y recibos físicos –y algunos almacenes pequeños aún hoy usan ese enfoque. De hecho, en una encuesta de Peerless Research de 2018, el 87% de los encuestados dijeron que manejaban los materiales a mano durante el proceso de recepción.

Un sistema WMS brinda soporte al uso de tecnología RFID (Radio Frequency Identification) y a la integración con software de facturación y otros, para que los artículos se puedan recibir, validar y conciliar automáticamente frente a pedidos de compra digitales con el escaneo de un código de barras y con etiquetas impresas para facilitar el almacenamiento y retiro.

¿Cómo funciona el sistema de gestión de inventarios WMW?

De acuerdo con la observación directa que tuvo uno de los autores de este trabajo de grado, el sistema WMS su función principal es recopilar y procesar la información lo cual genera un análisis de los datos en tiempo real.

Tabla 3. Funcionamiento del WMS.

PROCESO	ACCIÓN
Recepción del producto terminado	Verifica y concilia automáticamente el producto terminado que fue ingresado.
Almacenamiento	El ERP SAP después de verificar fecha de vencimiento y lote del producto almacenado, asigna el espacio en el rack.
Seguimiento de inventario	SAP monitorea en vivo el movimiento de cada producto almacenado, para el análisis de datos.
Facturación	Crea la factura del producto terminado para su almacenamiento en SAP.

Envío	Cuando llega una orden de compra, se ingresa al sistema y SAP indica en que espacio del rack tiene que recoger el producto el montacarga.
-------	---

Fuente: Elaboración propia.

- Tomando en cuenta, que en esta empresa de manufactura su ERP principal es SAP y quiere analizar si la implementación de esta tecnología en sus operaciones es beneficiosa. Se decidió por conservar los archivos, bases de datos y estudiar la tecnología emergente como es en este caso la automatización que está en el implementada en el WMS.

FlexSim es un poderoso programa de simulación que permite visualizar y probar cambios en las operaciones y los procesos de logística, manejo de materiales y manufactura de la manera más rápida y sencilla evitando los altos costos, riesgos y extensos tiempos que conllevan experimentar con cambios en el mundo real y su análisis por prueba y error (Raúl, 2020).

Esta herramienta cuenta con un alto nivel de simulación industrial, permitiéndonos así mismo usarla para extraer los datos, gráficas y tablas que se usaran en este trabajo de grado, con sus múltiples funciones, como hacer dashboards y realizar la simulación en un tiempo estipulado para llevarlo a la máxima realidad posible.

En este trabajo de grado se optó por desarrollar una simulación lo más a llegado a la realidad de un Centro de Distribución (CEDI), Simulando desde que llega en este caso los bultos de ácido cítrico al almacén y son transportados por montacargas u operarios sin un montacargas para ser ubicadas en las racks donde luego pasaran a un proceso de separación, donde en este caso se seleccionan los mejores bultos, seguidamente pasa por el multiprocesador, en este el paso es simple pasando de un rack a otro, en un rack es donde se colocaran los bultos que se encuentran en buen estado para así salir directamente a la zona donde se irán los bultos, producto local o internacional, en cuanto los bultos que se consideran que están malos, pasaran por un proceso de calidad la cual se determina si su uso es óptimo para el mercado o definitivamente es inutilizable.

Esto conlleva a la parte de la recolección de datos y porcentajes, el cual se toma por medio de una dashboard, este consiste en utilizar como una herramienta de reporting para hacer un seguimiento de los principales factores de la simulación que uno haya seleccionado, esto contribuye al funcionamiento y desarrollo de la simulación.

La implementación de tecnologías emergentes como la automatización y el Internet de las Cosas (IoT) en sistemas de gestión de inventarios (WMS) está revolucionando la eficiencia operativa. La automatización optimiza rutas y minimiza movimientos innecesarios, mientras que el IoT proporciona datos en tiempo real para una gestión de inventarios más precisa y una reducción significativa de los costos operativos. Sin embargo, es fundamental reconocer que la adopción de estas tecnologías no es una solución automática. Para maximizar sus beneficios, las empresas deben considerar factores críticos como la integración perfecta con otros sistemas, la capacitación exhaustiva del personal, la adaptabilidad de las tecnologías a las necesidades específicas de la empresa, el mantenimiento y la actualización constantes, y el análisis profundo de los datos generados. Al abordar estos factores, las empresas pueden aprovechar al máximo el potencial de la automatización y el IoT para optimizar sus operaciones de inventario y lograr una ventaja competitiva sostenible.

3.2 Procesos de la cadena de suministro.

Como se habla en el segundo objetivo fue definir los procesos de la cadena de suministro susceptibles a la aplicación de la tecnología emergente.

Es importante destacar el punto de vista de Ar Racking (2021):

De este modo los productos llegan a los centros de distribución (CEDI) o almacenes, se denomina centro de distribución al edificio, espacio o construcción logística diseñada para recibir y despachar diversas mercancías, cumpliendo la función de almacenarlas entre uno y otro proceso.

La cadena de suministro cuenta con varios procesos teniendo como objetivo final la satisfacción del cliente, en donde se

pueden encontrar dos procesos operacionales en este caso, como lo son la logística y producción.

El proceso de logística se define como la gestión de las actividades relacionadas con el almacenamiento, transporte y envío de insumos o materias primas en una cadena de suministro desde los proveedores hasta el cliente final mediante una buena planeación y estrategias que aumenten la eficiencia y reduzcan costos.

En el proceso de producción es el conjunto de etapas para la transformación de insumos o materias primas donde es de vital importancia disponer de proveedores que se encarguen de suministrar los materiales necesarios. Los proveedores son las personas o empresas que se encargan de abastecer a otras de los insumos o servicios que necesita para sacar adelante su producción.

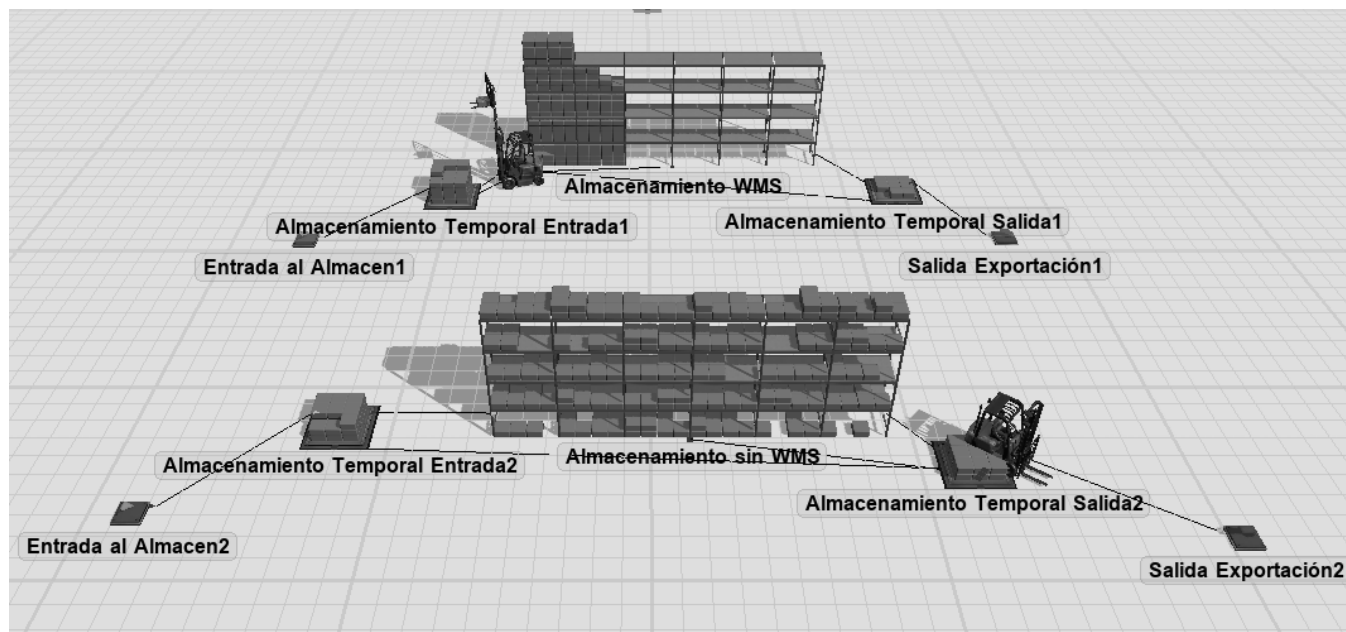
3.3 Simulación.

Finalmente, como último objetivo específico que es simular en FLEXSIM el impacto de las tecnologías emergentes en la cadena de suministro en el proceso logístico en una empresa manufacturera del Valle del Cauca, Colombia.

Por medio de una simulación continua-discreta realizada en FLEXSIM se decidió por dos métodos. El primero, usando un operador con montacargas sin sistema WMS y el segundo un operador con montacargas, pero con patrón asignado por el sistema WMS, para notar las diferencias más significativas, ambos métodos fueron tomados con un tiempo de 5 días hábiles, con las horas habituales de trabajo, oscilando entre las 6:00 am hasta las 2:00 pm, 8 horas diarias.

En la figura 4, se visualiza la simulación final del antes y después de la implementación del sistema WMS.

Figura 4. Simulación en FLEXSIM del antes y después de la implementación del sistema WMS.



Fuente: Extraído de FLEXSIM.

3.4 Centro de distribución (CEDI) antes de la implementación del sistema de gestión de inventarios WMS.

Para realizar una amplia comparación, se decidió dividir en dos casos las simulaciones en el CEDI.

Caso 1: Centro de distribución (CEDI) antes de la implementación de la tecnología emergente y en donde todos los procesos eran manuales, esto bien realizado por parte de un colaborador con montacargas, sin tener parametrizadas las rutas por donde se lleva el producto al almacenaje.

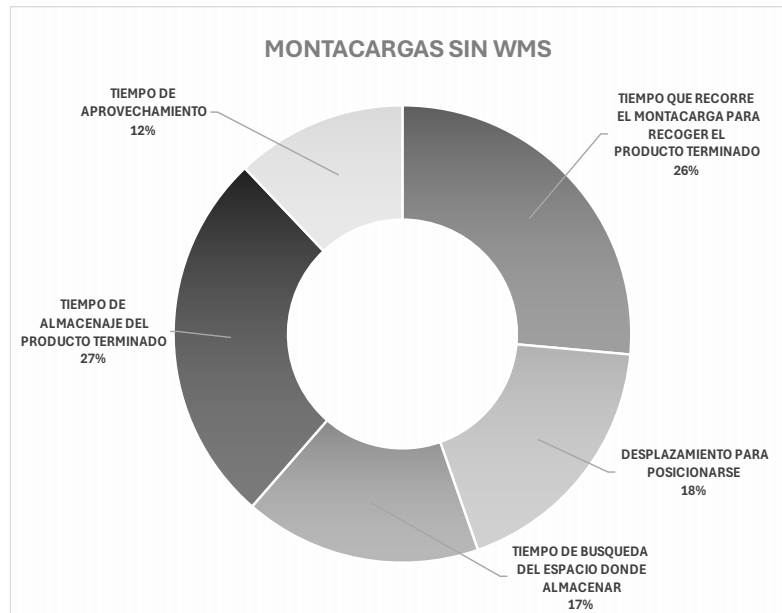
Este caso visualiza el proceso de almacenamiento hecho por el montacargas sin una ruta asignada.

Tabla 4.Tabla sin la implementación (WMS) realizado por un operador con montacargas.

MONTACARGAS SIN WMS	
PROCESOS	PORCENTAJE
TIEMPO QUE RECORRE EL MONTACARGA PARA RECOGER EL PRODUCTO TERMINADO	26,43%
DESPLAZAMIENTO PARA POSICIONARSE	18,22%
TIEMPO DE BUSQUEDA DEL ESPACIO DONDE ALMACENAR	16,76%
TIEMPO DE ALMACENAJE DEL PRODUCTO TERMINADO	26,50%
TIEMPO DE APROVECHAMIENTO	12,09%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. Diagrama circular de la Simulación sin la implementación (WMS) realizado por un operador con montacargas.



Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 4 y la figura 5, se muestran los resultados obtenidos por medio de FLEXXIM, donde se puede decir que:

Se presentan los datos en porcentaje que utiliza un operador con montacargas en distintos procesos cuando no tiene un sistema de gestión de inventarios WMS.

Tiempo que recorre el montacarga para cargar el producto terminado (26,43%): Tiempo que el montacargas se demora para dirigirse a el lugar de carga. Debido a que al no tener una ruta asignada por el sistema de gestión de inventarios WMS el operador se tomará más tiempo para realizar el cargue del producto terminado.

Desplazamiento para posicionarse (18,22%): Tiempo que el montacargas dedica para dirigirse al rack donde depositará la carga. Este porcentaje de desplazamiento se da porque el operador no se desplaza lo suficiente para almacenar el producto terminado por lo tanto lo ubica en cualquier lugar de la estantería.

Tiempo de búsqueda del espacio donde almacenar el producto terminado (16,76%): Tiempo que demora en buscar un espacio donde se pueda almacenar el producto terminado en la estantería, ya que, el operador pierde tiempo buscando espacios libres para almacenar el producto terminado debido a los métodos de almacenamiento manuales.

Tiempo de almacenaje del producto terminado (26,50%): Tiempo que requiere el montacarga para cargar los bultos de producto terminado en la estantería. Al no tener una señal compartida por el sistema de gestión de inventarios WMS el proceso de almacenaje del producto terminado será de mayor tiempo siendo lo menos preciso posible y ubicándolo de forma aleatoria.

Tiempo de aprovechamiento (12,09%): Tiempo disponible del montacargas para realizar otras actividades en beneficio del proceso. El montacargas sin WMS no puede tener mucho tiempo de aprovechamiento debido a que, al no tener una organización sistematizada, tiene tareas más repetitivas dentro del cedi, por lo tanto, tiene una capacidad más limitada.

3.5 Centro de distribución (CEDI) con la implementación de la tecnología emergente sistema de gestión de inventarios WMS:

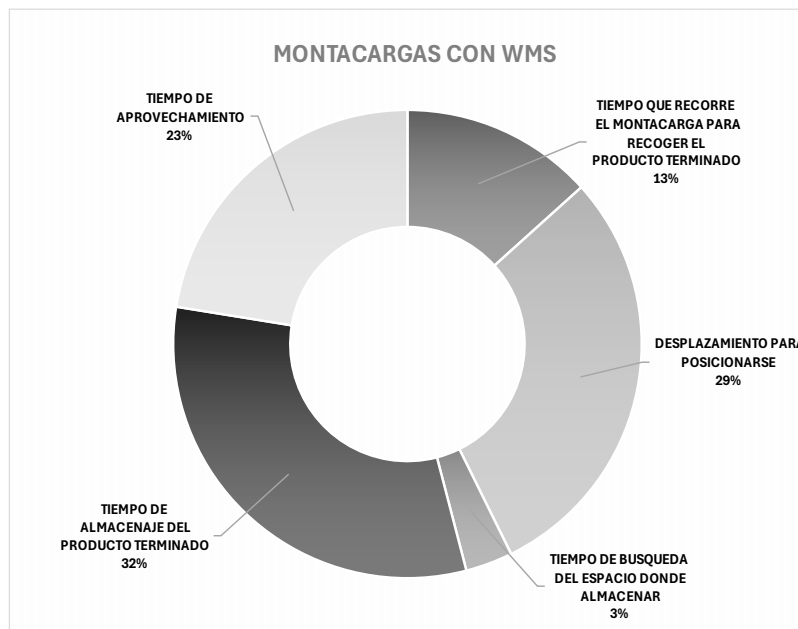
Caso 2: En este caso, después de la implementación del sistema, el proceso de gestión de inventarios será direccionado por un software que proporcionará las rutas para ubicar los bultos de producto terminado.

Tabla 5. Tabla con la implementación (WMS) realizado por un operador con montacargas.

MONTACARGAS CON WMS	
PROCESOS	PORCENTAJE
TIEMPO QUE RECORRE EL MONTACARGA PARA RECOGER EL PRODUCTO TERMINADO	13,32%
DESPLAZAMIENTO PARA POSICIONARSE	29,38%
TIEMPO DE BUSQUEDA DEL ESPACIO DONDE ALMACENAR	3,25%
TIEMPO DE ALMACENAJE DEL PRODUCTO TERMINADO	31,60%
TIEMPO DE APROVECHAMIENTO	22,45%

Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Diagrama circular de la Simulación con la implementación (WMS) realizado por un operador. con montacargas.



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 5 y la figura 6, se muestran los resultados obtenidos en FLESXIM, donde se puede decir que:

Se presentan los datos en porcentaje que utiliza un operador con montacargas en distintos procesos cuando tiene un sistema de gestión de inventarios WMS.

Tiempo que recorre el montacarga para cargar el producto terminado (13,32%): Tiempo que el montacargas necesita para dirigirse a el lugar de carga. Al disminuirse este tiempo se tiende a mejorar la eficiencia del proceso, con esto puede lograrse una ubicación más estratégica de los puntos de cargas.

Desplazamiento para posicionarse (29,38%): Tiempo que el montacargas dedica para dirigirse a la estantería donde depositará la carga. Este indicador muestra un aumento en el desplazamiento para poder acomodar de acuerdo con el lote, fecha de vencimiento, así mismo para poder evitar perdida de producto en el almacenamiento.

Tiempo de búsqueda del espacio donde almacenar el producto terminado (3,25%): Tiempo que demora en buscar un espacio donde se pueda almacenar el producto terminado en la estantería. El tiempo de búsqueda tiende a disminuir ya que con el sistema WMS está ayudando mejorar la ubicación en los espacios libres.

Tiempo de almacenaje del producto terminado (31,60%): Tiempo que requiere el montacarga para cargar los bultos de producto terminado en las estanterías. La gran parte del tiempo se tiende a invertir en el proceso de colocación del producto terminado en su ubicación final, esto con el fin de la fecha de vencimiento, lote y momento que sale de las instalaciones.

Tiempo de aprovechamiento (22,45%): Tiempo disponible del montacargas para realizar otras actividades en beneficio del proceso. Este tiempo representa que las tareas asignadas están siendo ejecutadas correcta y eficientemente lo que genera más rendimiento para los procesos internos de la compañía, ya sean de mantenimiento o alistamiento del producto terminado para exportación.

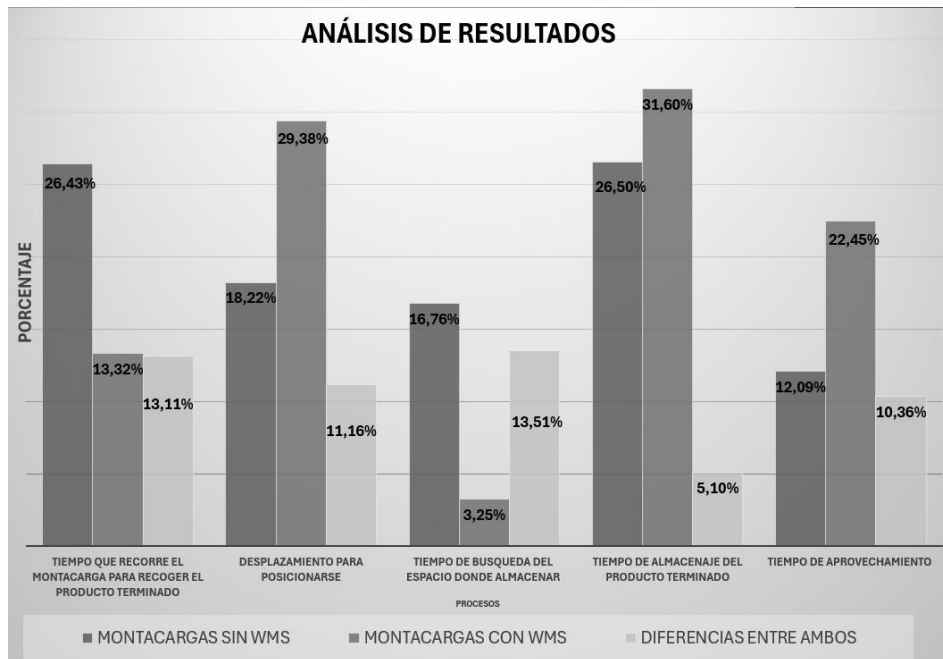
3.6 Análisis de montacargas antes y después de la implementación del sistema de gestión de inventarios WMS.

Tabla 6. Tabla análisis de montacargas antes y después de la implementación del sistema WMS.

MAQUINA	PROCESOS				
	TIEMPO QUE RECORRE EL MONTACARGA PARA RECOGER EL PRODUCTO TERMINADO	DESPLAZAMIENTO PARA POSICIONARSE	TIEMPO DE BÚSQUEDA DEL ESPACIO DONDE ALMACENAR	TIEMPO DE ALMACENAJE DEL PRODUCTO TERMINADO	TIEMPO DE APROVECHAMIENTO
MONTACARGAS SIN WMS	26,43%	18,22%	16,76%	26,50%	12,09%
MONTACARGAS CON WMS	13,32%	29,38%	3,25%	31,60%	22,45%
DIFERENCIAS ENTRE AMBOS	13,11%	11,16%	13,51%	5,10%	10,36%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 6. Gráfica análisis de los resultados encontrados.



Fuente: Elaboración propia.

La tabla 6 y la figura 7 muestra un análisis de desempeño de los montacargas antes y después de la implementación del sistema de gestión de inventarios WMS, donde se compara el tiempo que recorre el montacarga para cargar el producto terminado, desplazamiento para posicionarse, tiempo de búsqueda del espacio donde almacenar el producto terminado, tiempo de almacenaje del producto terminado y tiempo de aprovechamiento.

Reducciones más significativas:

- Como primer resultado significativo, se tiene que el tiempo que recorre el montacarga para recoger el producto terminado se redujo un 13,11% del tiempo después de la implementación del sistema de gestión WMS, lo que demuestra que el sistema optimiza rutas y fija la carga de manera más eficiente.
- Aumento del 11,16% en el desplazamiento para posicionarse, este aumento se debe a que se toma el tiempo adecuado de ubicación para evitar errores
- Reducción significativa del 13,51% en el tiempo de búsqueda del espacio donde almacenar el producto terminado, debido a que antes de la implementación del sistema de gestión de inventarios WMS se realizaba la búsqueda de manera visual, tomando mayor tiempo, ya con el sistema de gestión de inventarios WMS el mismo software envía la ubicación donde se debe depositar el producto en la estantería.
- En cuanto al tiempo de almacenaje del producto terminado, se presenta un aumento del 5,10%. Esto debido a que el sistema de gestión de inventarios WMS, permite realizar el cargue del producto terminado con más orden, sin tener algún tipo de interrupción, lo que mejora significativamente la precisión del proceso.
- Aumento del tiempo de aprovechamiento del 10,36%, ya que, al tener una ruta asignada almacena de forma más eficiente recortando movimientos innecesarios por lo tanto termina más rápido y se queda esperando nuevas tareas como pueden ser: mantenimiento, turnos de descanso como también el alistamiento del producto terminado para exportación.

3.7 Distancia recorrida por los montacargas en kilómetros

Figura 7. Diagrama de barras de distancia recorrida en kilómetros antes y después del WMS.



Fuente: Extraído de FLEXXIM.

En la figura 8 se presenta la distancia recorrida de los montacargas en kilómetros dentro del CEDI, siendo el montacargas con WMS el que menos distancia recorre con 30,55 (Km) en comparación con el montacargas sin WMS que recorre 34,02 (Km) obteniendo una diferencia de 3,47 (Km) lo que representa una reducción del 10,20%, esto indica que el sistema de gestión de inventarios WMS ayuda significativamente a optimizar movimientos innecesarios así mismo teniendo más orden con el almacenamiento del producto terminado, al tener una ruta asignada termina más rápido y queda disponible para próximos tareas asignadas.

4 CONCLUSIONES

La implementación de las tecnologías emergente como la automatización y el IOT en el sistema de gestión de inventarios (WMS) está revolucionando la eficiencia operativa. La automatización optimiza rutas y minimiza movimientos innecesarios, mientras que el IoT proporciona datos en tiempo real para una gestión de inventarios más precisa y una reducción significativa de los costos operativos. Sin embargo, es fundamental reconocer que la adopción de estas tecnologías no es una solución automática. Para maximizar sus beneficios, las empresas deben considerar factores críticos como la integración perfecta con otros sistemas, la capacitación exhaustiva del personal, la adaptabilidad de las tecnologías a las necesidades específicas de la empresa, el mantenimiento y la actualización constantes, y el análisis profundo de los datos generados. Al abordar estos factores, las empresas pueden aprovechar al máximo el potencial de la automatización y el IoT para optimizar sus operaciones de inventario y lograr una ventaja competitiva sostenible.

El sistema de gestión de inventarios WMS contribuye a la reducción del margen de error en el tiempo de posicionamiento para la carga del producto terminado, mejorando así la precisión y la calidad del proceso. Simultáneamente, la tecnología emergente aplicada en el proceso operacional logístico del (CEDI) optimiza la trazabilidad y la eficiencia en la distribución.

El sistema de gestión de inventarios WMS permite tomar decisiones gerenciales para la empresa, con dicho sistema se puede obtener la información actual para realizar un inventario correcto, así mismo cuando se haga uso del material o producto a utilizar no se presente un error, logrando ser más preciso y detallado. De manera concreta, la implementación del WMS redujo en 13.51% el tiempo de búsqueda de almacenamiento y aumentó en 10.36% el aprovechamiento del montacargas. No obstante, es crucial reconocer que, si bien el WMS proporciona datos valiosos para la toma de decisiones y mejora la eficiencia operativa, su implementación efectiva requiere una visión integral.

Tras una exhaustiva investigación se recomienda implementar el sistema de gestión de inventarios WMS en la empresa manufacturera del Valle del Cauca, en el entorno logístico como es el CEDI, donde garantizar la precisión, rapidez y reducción de costos operativos sean prioridad. En cuanto a los beneficios que traerá a la empresa manufacturera son, el aumento de la productividad, reducción de costos, reducción de tiempos inactivos, minimización de riesgos y finalmente fortaleciendo la competitividad en el mercado siendo un centro de distribución muy completo y beneficio para la empresa.

5 BIBLIOGRAFIA

Ar Racking. (2021). Centro de distribución logística (CEDIS): ¿Qué es, ventajas y funciones? <https://www.ar-racking.com/co/blog/centro-de-distribucion-logistica-cedi-que-es-ventajas-y-funciones/>

Aranda Ocampo, O. L., Contreras Sandoval, I., & Daza Chamorro, D. A. (2024). Implementación de Blockchain en la cadena de suministro: Retos y oportunidades para las empresas de logística en Colombia. Universidad Eran.

AWS. (2017). ¿Qué es Blockchain? <https://aws.amazon.com/what-is/blockchain/?aws-products-all.sort-by=item.additionalFields.productNameLowercase&aws-products-all.sort-order=asc>

Can Camur, M. (2023). Enhancing supply chain resilience: A machine learning approach for predicting product availability dates under disruption. ResearchGate.

Castillo Vargas, I. (2024, 23 de octubre). ¿Qué es el Just-in-Time y cómo beneficia a las empresas de servicios? MuchaWeb. <https://muchaweb.mx/que-es-el-just-in-time-y-como-beneficia-a-las-empresas-de-servicios/>

Chen, M. (2024, 23 de septiembre). ¿Qué es Big Data? Oracle. <https://www.oracle.com/co/big-data/what-is-big-data/>

Chopra, S., & Meindl, P. (2013). Administración de la cadena de suministros. Pearson.

Contreras, & Salazar. (2023, 22 de noviembre). Definición, conformación e integración de la cadena de suministro. Evaluando Software. <https://www.evaluandosoftware.com/bpm/definicion-conformacion-e-integracion-la-cadena-suministro/>

Daza Cantor, M. J., Orjuela Mahecha, C. A., Paredes Castañeda, D., Salamanca Cubillos, D., & San Martín Rincón, Y.

P. (2021). Impacto de la inteligencia artificial en las empresas manufactureras en Colombia. Bogotá.

Evaluando Software. (2023, 21 de noviembre). Definición, conformación e integración de la cadena de suministro. <https://www.evaluandosoftware.com/bpm/definicion-conformacion-e-integracion-la-cadena-suministro/>

Ferrovial. (2020, 21 de abril). Tecnologías emergentes. <https://www.ferrovial.com/es/innovacion/digital-hub/tecnologias-emergentes/>

Hat, R. (2023, 23 de octubre). Automatización. Red Hat. <https://www.redhat.com/es/topics/automation>

Hernández Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw Hill Education.

Hernández Sampieri, R. (2014). Metodología de la investigación. Booksmedicos.org.

Jiménez Escobar, A. P. (2018). Evaluación de la integración de la gestión de calidad en la cadena de suministro en los procesos de comercio: Caso de estudio en el Valle del Cauca.

MarketingDirecto.com. (2024). Consumidor final. <https://www.marketingdirecto.com/diccionario-marketing-publicidad-comunicacion-nuevas-tecnologias/consumidor-final>

Marroquín Silva, J. E., Orozco López, J. E., & Bermúdez Hernández, J. (2024). Evaluación de la adopción de tecnologías emergentes en la cadena de suministro: Impacto en la eficiencia, sostenibilidad y gestión organizacional en empresas colombianas. *Revistacies*, 14.

Mondal, A. (2024). Sustainable-resilient-responsive supply chain with demand prediction: An interval type-2 robust programming approach. Elsevier.

Moya, D. P. (2023, agosto). Administración de la cadena de suministro. <https://www.emprender-facil.com/administracion-de-empresas/tipos-de-administracion/administracion-de-la-cadena-de-suministro/>

Oracle. (2023). Internet de las cosas (IoT). <https://www.oracle.com/co/internet-of-things/>

Peng, G. (2024). Edge intelligence empowered delivery route planning for handling changes in uncertain supply chain environment. *Cloud Computing*.

Ramos, R. D., & Jiménez Toledo, J. A. (2024, 17 de junio). La innovación desde las tecnologías emergentes para la competitividad empresarial. *Gestión y Desarrollo Libre*, 14.

Santos Pástor, K. E., Pilamunga Agualongo, E. A., Villarreal Meza, D. C., & Ortiz Parra, L. A. (2023, 21 de septiembre). Polo de Conocimiento. <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/6077/15331>

Tomasetti, B. (2024, 1 de octubre). Producción. Carbon Collective. <https://www.carboncollective.co/sustainable-investing/production>

Universidad Cesuma. (2024, 1 de marzo). ¿Qué es la cadena de suministro en la logística? <https://www.cesuma.mx/blog/que-es-la-cadena-de-suministro-en-la-logistica.html>

Vázquez Díaz, R. O. (2020). FlexSim. <https://www.simulacion.mx/>

Velez Atehortúa, A., & Sánchez Velásquez, J. A. (2023). Mejora de la gestión de la cadena de suministros con la tecnología Blockchain en el sector aguacatero colombiano. Universidad EIA. <https://repository.eia.edu.co/entities/publication/19dd46f0-e3bf-47ec-b4ae-10b621dc9f26>

Verlag, F., & Verlag, S. (2007). The manufacturing enterprise. En V. Friedr & V. Sohn (Eds.), The manufacturing enterprise (pp. 141-147). https://doi.org/10.1007/978-3-8248-9415-4_22

6 BIBLIOGRAFÍA

- Aranda Ocampo, O. L., Contreras Sandoval, I., & Daza Chamorro, D. A. (2024). *Implementación de Blockchain en la Cadena de Suministro: Retos y Oportunidades para las Empresas de Logística en Colombia*. Bogotá: Universidad Eran.
- Can Camur, M. (2023). Enhancing Supply Chain Resilience: A Machine Learning Approach for Predicting Product Availability Dates Under Disruption. *ResearchGate Logo*.
- Jiménez Escobar, A. P. (2018). Evaluación de la integración de la gestión de calidad en la cadena de suministro en los procesos de comercio : caso de estudio en el valle del cauca.
- Marroquín Silva, J. E., Orozco López, J. E., & Bermúdez Hernández, J. (2024). (Marroquín Silva, Orozco López , & Bermúdez Hernández, 2024) Título: Evaluación de la Adopción de Tecnologías Emergentes en la Cadena de Suministro: Impacto en la Eficiencia, Sostenibilidad y Gestión Organizacional en Empresas Colombianas. *Revistacies*, 14.
- Peng, G. (2024). Edge intelligence empowered delivery route planning for handling changes in uncertain supply chain environment. *Cloud Computing*.
- Santos Pástor, K. E., Pilamunga Agualongo, E. A., Villarreal Meza, D. C., & Ortiz Parra, L. A. (21 de septiembre de 2023). *Polo de Conocimiento*. Obtenido de <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/6077/15331>
- Ar Racking*. (2021). Obtenido de <https://www.ar-racking.com/co/blog/centro-de-distribucion-logistica-credi-que-es-ventajas-y-funciones/>
- Aranda Ocampo, O. L., Contreras Sandoval, I., & Daza Chamorro, D. A. (s.f).
- Ans*. (2017). Obtenido de <https://aws.amazon.com/what-is/blockchain/?aws-products-all.sort-by=item.additionalFields.productNameLowercase&aws-products-all.sort-order=asc>
- Castillo Vargas, I. (23 de octubre de 2024). *MuchaWeb*. Obtenido de <https://muchaweb.mx/que-es-el-just-in-time-y-como-beneficia-a-las-empresas-de-servicios/>
- Chen , M. (23 de septiembre de 2024). *ORACLE*. Obtenido de <https://www.oracle.com/co/big-data/what-is-big-data/>
- Chopra, S., & Meindl, P. (2013). *Administración de la Cadena de Suministros*. Pearson.

- Chopra, S., & Meindl, P. (2013). *Administración de la Cadena de Suministros*. Pearson.
- Concepto. (2022). Obtenido de <https://concepto.de/produccion-industrial/>
- Contreras, & Salazar. (22 de noviembre de 2023). *Definición, conformación e integración de la cadena de suministro*. Obtenido de <https://www.evaluandosoftware.com/bpm/definicion-conformacion-e-integracion-la-cadena-suministro/>
- Da Silva, D. (mayo de 2022). *Zendesk*. Obtenido de <https://www.zendesk.com.mx/blog/importancia-de-los-clientes/>
- Daza Cantor, M. J., Orjuela Mahecha, C. A., Paredes Castañeda, D., Salamanca Cubillos, D., & San Martín Rincón, Y. P. (2021). *Impactó De La Inteligencia Artificial En Las Empresas Manufactureras En Colombia*. Bogotá.
- Evaluando Sottware*. (21 de noviembre de 2023). Obtenido de <https://www.evaluandosoftware.com/bpm/definicion-conformacion-e-integracion-la-cadena-suministro/>
- Ferrovial. (21 de 04 de 2020). Obtenido de <https://www.ferrovial.com/es/innovacion/digital-hub/tecnologias-emergentes/>
- Ferrovial. (22 de octubre de 2022). Obtenido de <https://www.ferrovial.com/es/recursos/logistica/>
- Fp, U. (03 de mayo de 2024). Obtenido de <https://unirfp.unir.net/revista/comercio-marketing/logistica-de-transporte/>
- Hat, R. (23 de octubre de 2023). Obtenido de <https://www.redhat.com/es/topics/automation>
- Hernández Sampieri, & Mendoza. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Ciudad de Mexico: Mc Graw Hill Education.
- Hernández Sampieri, R. (2014). Metodología de la Investigación. *booksmedicos.org*.
- Ingeniia. (2018). *Ingeniia*. Obtenido de <https://ingeniia.com/que-es-la-planeacion-de-la-produccion/>
- MarketingDirecto.com. (2024). *MarketingDirecto*. Obtenido de MarketingDirecto.com: <https://www.marketingdirecto.com/diccionario-marketing-publicidad-comunicacion-nuevas-tecnologias/consumidor-final>
- Mecalux. (08 de febrero de 2024). Obtenido de <https://www.mecalux.com.co/blog/tipos-de-proveedores#:~:text=Un%20proveedor%20es%20una%20persona,para%20sacar%20adelante%20su%20producci%C3%B3n>
- Mondal, A. (2024). Sustainable-resilient-responsive supply chain with demand prediction: An interval type-2 robust programming approach. *Elsevier*.
- Morales, F. C. (01 de febrero de 2021). *Economipedia*. Obtenido de https://economipedia.com/definiciones/punto-de-venta.html#google_vignette
- Moya, D. P. (agosto de 2023). Obtenido de <https://www.emprender-facil.com/administracion-de-empresas/tipos-de-administracion/administracion-de-la-cadena-de-suministro/>
- Oracle. (2023). Obtenido de <https://www.oracle.com/co/internet-of-things/>
- Ramos, R. D., & Jiménez Toledo, J. A. (17 de 06 de 2024). La innovación desde las tecnologías emergentes para la competitividad empresarial. *Gestión y Desarrollo Libre*, 14.
- Raúl, O. V. (2020). *FleximSim problem solved*. Obtenido de <https://www.simulacion.mx/>
- Sap. (2022). *¿Qué es un sistema de gestión de almacenes (WMS)?* <https://www.sap.com/latinamerica/products/scm/extended-warehouse-management/what-is-a-wms.html>
- Tomasetti, B. (01 de octubre de 2024). *Carbon Collective*. Obtenido de <https://www.carboncollective.co/sustainable-investing/production>

Universidad Cesuma. (01 de marzo de 2024). *¿Que es la cadena de suministros en la logistica?* Obtenido de <https://www.cesuma.mx/blog/que-es-la-cadena-de-suministro-en-la-logistica.html>

Vázquez Díaz, R. O. (2020). *FLEXSIM*. Obtenido de <https://www.simulacion.mx/>

Velez Atehortúa, A., & Sánchez Velásquez, J. A. (2023). *Mejora De La Gestión De La Cadena De Suministros Con La Tecnología Blockchain En El Sector Aguacatero Colombiano*. Medellín: UNIVERSIDAD EIA. Obtenido de <https://repository.eia.edu.co/entities/publication/19dd46f0-e3bf-47ec-b4ae-10b621dc9f26>

Verlag , F., & Verlag , S. (2007). The manufacturing enterprise. En V. Friedr, & V. Sohn, *The manufacturing enterprise* (págs. 141-147). Obtenido de https://doi.org/10.1007/978-3-8248-9415-4_22