



Transformación digital en la logística internacional: Estrategias y desafíos de la inteligencia artificial para los inventarios y cadena de suministro en las empresas exportadoras colombianas

Isabella Rey Escobar
Juan Esteban Valle Nieto

Trabajo de grado presentado para optar al título de Negociador Internacional

Docente
Liliana Lotero Álvarez, Magíster (MSc)

Universidad Pontificia Bolivariana
Escuela de Economía, Administración y Negocios
Negocios Internacionales
Medellín, Antioquia, Colombia
2024

TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LA LOGÍSTICA INTERNACIONAL

El contenido de este documento no ha sido presentado con anterioridad para optar a un título, ya sea en igual forma o con variaciones, en esta o en cualquiera otra universidad.

Tabla de contenido

Resumen	6
Abstract	7
Introducción	8
1 Planteamiento del problema	10
2 Justificación.....	12
3 Objetivos	13
4 Marco teórico	14
4.1. Logística Internacional.....	14
4.2. Inteligencia Artificial	15
4.3. Cadena de suministro – Gestión de inventarios	17
5 Metodología	19
6 Resultados	20
6.1. Niveles de inventario y reducción de costos asociados al almacenamiento y transporte en las empresas exportadoras colombianas por medio de la IA	20
6.1.1. Desafíos en la gestión de inventarios y costos de almacenamiento y transporte en empresas exportadoras colombianas.....	20
6.1.2. La IA y sus tecnologías relevantes.....	22
6.1.3. Cómo la IA reduce el exceso de inventario, optimiza el espacio de almacenamiento, mejora la planificación de rutas y reduce costos de transporte.....	23
6.1.4. Barreras y Preocupaciones sobre la Implementación de IA	24
6.1.5. Empresas que han implementado IA con éxito: beneficios y recomendaciones	25
6.2. Eficiencia en la cadena de suministro con IA: desde la planificación de producción hasta la distribución en mercados internacionales.....	26
6.2.1. Etapas clave de la cadena de suministro: planificación de la producción, almacenamiento, distribución y mercados internacionales.....	26

TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LA LOGÍSTICA INTERNACIONAL

6.2.2. Tecnologías de IA aplicables a la mejora de la previsión de demanda, la planificación de la producción y la gestión de recursos	28
6.2.3. Optimización en el manejo de inventarios y el uso del espacio en almacenes	30
6.2.4. Optimización en las rutas de distribución, gestiona el transporte y reduce costos logísticos.	32
6.2.5. La IA mejora la visibilidad en tiempo real y facilita la coordinación entre proveedores, fabricantes y distribuidores.	33
6.2.6. Empresas que han implementado soluciones de IA en la cadena de suministro con resultados positivos.	34
6.3. Optimización de la logística internacional con IA: agilización aduanera, rutas y gestión de riesgos para exportadores colombianos para aumentar su competitividad global.	35
6.3.1. La IA y la logística internacional para empresas exportadoras colombianas.	36
6.3.2. La IA y la automatización de la logística internacional.....	37
6.4. La IA y la logística internacional: hacia la competitividad de las empresas exportadoras colombianas.....	38
6.4.1. La a selección de rutas y modos de transporte mediante análisis predictivo y algoritmos de optimización.....	39
6.4.2. La IA identifica y gestiona riesgos potenciales en la logística internacional	40
7 Discusión	43
7.1 Aspectos relevantes	43
7.2. Revisión de la literatura.....	45
8 Conclusiones	47
9 Recomendaciones.....	48
Referencias	50
Anexos.....	54

Lista de tablas

Tabla 1. Desafíos y soluciones	20
Tabla 2. Etapas de la cadena de suministro.....	27
Tabla 3. Casos exitosos	34

Resumen

Este trabajo de grado analizó el rol de la inteligencia artificial (IA) en la optimización de la cadena de suministro y la reducción de costos en empresas exportadoras colombianas, con un enfoque en la gestión de inventarios y la logística internacional. La investigación tuvo como objetivo evaluar cómo la IA podía mejorar la precisión en la previsión de la demanda, optimizar los niveles de inventario y reducir los costos asociados al almacenamiento y transporte. A través de algoritmos de aprendizaje automático y técnicas de análisis predictivo, la IA permitió identificar patrones y tendencias en grandes volúmenes de datos históricos y en tiempo real, facilitando una planificación precisa y una reducción de errores humanos en la gestión logística.

Mediante entrevistas a empresas del sector, se identificaron casos de uso de sistemas de IA para la organización de inventarios, la selección de transportistas y la mejora de procesos logísticos. La IA permitió, además, automatizar tareas como la actualización de registros y la generación de órdenes de compra, lo que redujo los costos operativos y liberó a los empleados para centrarse en actividades estratégicas. También se destacó cómo los sistemas predictivos de IA ayudaron a prever condiciones climáticas y patrones de tráfico, mejorando la planificación de rutas y minimizando retrasos en la entrega.

La IA mejoró la competitividad de las empresas colombianas al permitirles adaptarse a las fluctuaciones del mercado global y ofrecer un servicio más eficiente. Sin embargo, su adopción enfrentó barreras como los costos de implementación, la necesidad de infraestructura avanzada y la capacitación del personal. La investigación concluyó que la IA es fundamental para transformar la logística internacional, mejorar la eficiencia operativa, reducir costos y fortalecer la posición de las empresas en el mercado global.

Palabras clave: Inteligencia Artificial (IA), automatización, optimización de inventario, cadena de suministro, reducción de costos, análisis predictivo, previsión de la demanda

Abstract

This graduate work analyzed the role of artificial intelligence (AI) in supply chain optimization and cost reduction in Colombian exporting companies, with a focus on inventory management and international logistics. The research aimed to evaluate how AI could improve demand forecasting accuracy, optimize inventory levels, and reduce costs associated with warehousing and transportation. Through machine learning algorithms and predictive analytics techniques, AI was able to identify patterns and trends in large volumes of historical and real-time data, facilitating accurate planning and reducing human error in logistics management.

Through interviews with companies in the sector, we identified use cases of AI systems for inventory organization, carrier selection and logistics process improvement. AI also made it possible to automate tasks such as updating records and generating purchase orders, which reduced operating costs and freed employees to focus on strategic activities. It also highlighted how predictive AI systems helped forecast weather conditions and traffic patterns, improving route planning and minimizing delivery delays.

AI improved the competitiveness of Colombian companies by enabling them to adapt to global market fluctuations and offer a more efficient service. However, its adoption faced barriers such as implementation costs, the need for advanced infrastructure, and staff training. The research concluded that AI is fundamental to transforming international logistics, improving operational efficiency, reducing costs, and strengthening the position of companies in the global market.

Keywords: Artificial Intelligence (AI), automation, inventory optimization, supply chain, cost reduction, predictive analytics, demand forecasting

Introducción

En la era actual, la inteligencia artificial (IA) está revolucionando diversas industrias, y la logística internacional no es una excepción. Las empresas exportadoras, especialmente en países emergentes como Colombia, enfrentan desafíos significativos en la gestión eficiente de inventarios, la reducción de costos y la optimización de rutas de transporte. En este contexto, el uso de IA se presenta como una herramienta con un potencial inmenso para abordar estos problemas, permitiendo a las empresas mejorar su capacidad de respuesta ante fluctuaciones en la demanda, minimizar errores logísticos y reducir los costos asociados al almacenamiento y transporte. Sin embargo, la adopción de IA en el sector exportador colombiano enfrenta barreras como los altos costos iniciales de implementación y la necesidad de personal capacitado, limitando su aprovechamiento en un mercado global altamente competitivo.

En cuanto al desarrollo de esta tecnología, la literatura existente resalta el papel de la IA en la optimización de la cadena de suministro. Estudios recientes muestran cómo empresas globales líderes como Nike, Zara y H&M han integrado la IA para mejorar la previsión de demanda, la personalización de productos y la automatización de procesos logísticos, logrando una mayor eficiencia y adaptabilidad. Adicionalmente, se ha documentado que la IA permite un análisis predictivo avanzado, lo que facilita la anticipación de patrones de demanda y la planificación de rutas de transporte eficientes. En el contexto colombiano, existen pocos estudios que analicen específicamente el impacto de la IA en empresas exportadoras, lo cual deja una brecha significativa en el conocimiento sobre su implementación en mercados emergentes y su potencial impacto en la competitividad global.

El objetivo general de esta investigación es analizar cómo la IA puede mejorar la eficiencia operativa de las empresas exportadoras colombianas al optimizar sus procesos logísticos y de gestión de inventarios. Para abordar este objetivo, el estudio emplea un enfoque cualitativo, basado en entrevistas con empresas del sector exportador colombiano y en el análisis de casos de éxito en empresas internacionales. A través de esta metodología, se busca identificar los beneficios

TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LA LOGÍSTICA INTERNACIONAL

específicos que la IA puede ofrecer, así como los obstáculos que enfrentan las empresas para su adopción.

Los resultados obtenidos permiten comprender de manera integral el impacto de la IA en la logística internacional de las empresas exportadoras colombianas. En términos generales, se identifican mejoras significativas en la precisión de la previsión de demanda, la optimización del uso de inventarios y la reducción de costos de transporte. Además, el estudio destaca la importancia de superar las barreras iniciales de implementación para asegurar una adopción efectiva de la IA y, con ello, posicionar a las empresas colombianas de manera competitiva en el mercado global. Estos hallazgos no solo proporcionan una visión detallada de las oportunidades y desafíos asociados a la IA en el sector logístico, sino que también ofrecen recomendaciones prácticas para su integración en las operaciones de las empresas exportadoras.

1 Planteamiento del problema

En Colombia, el tener una buena gestión logística es un elemento crucial para el éxito de las empresas exportadoras en un mercado competitivo y global. Sin embargo, cómo se mencionó anteriormente se enfrentan a diversos desafíos como la falta de sistematización y mejoras en la cadena de suministro. Es importante recalcar que una eficiente cadena de suministro garantiza tiempos adecuados, costos optimizados y una buena calidad tanto en productos como en procesos, y, por otro lado, una adecuada gestión de inventarios permite a estas empresas evitar excesos o faltantes en su inventario manteniendo los niveles de stock necesarios para satisfacer adecuadamente la demanda.

Teniendo claro esto, la falta de sistemas automatizados, de herramientas tecnológicas y de un control en la cadena de suministro dificulta para las empresas exportadoras colombianas la toma de decisiones informadas, la planificación estratégica y la ejecución de sus operaciones logísticas. Según estudio realizado por la universidad de Los Andes (Rodríguez et al.,2018) el 67% de las empresas exportadoras del país presentan deficiencias significativas en su cadena de suministro, lo que se traduce en cobres costos, retrasos y pérdida de competitividad en mercados internacionales. Y por el lado de la adopción de tecnologías modernas y sistematización, muchas empresas aun utilizan métodos manuales y de baja eficiencia para el seguimiento de envíos y manejo de inventarios, lo que genera errores y retrasos. Debido a esto gran número de empresas presentan debilidades en sus procesos de abastecimiento, producción, logística, y planeación de rutas o estrategias para alcanzar mercados regionales, nacionales e internacionales.

Según un informe del Banco Mundial (2020), mientras que países líderes en automatización como Alemania, Japón y Estados Unidos han integrado sistemas de IA en sus cadenas de suministro para optimizar procesos, reducir costos y mejorar la eficiencia, Colombia aún no ha logrado alcanzar un nivel similar de implementación tecnológica. Esto se debe a que Colombia al ser un país subdesarrollado no cuenta con igual capacidad para hacer inversiones en I+D (investigación y desarrollo), tecnologías y en infraestructuras y, por el lado de los recursos y cultura empresarial, mientras que los otros países valoran más la innovación, eficiencia y tecnología para mantener su competitividad, Colombia opta por otras prioridades y sus inversiones en dichos aspectos suele ser

TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LA LOGÍSTICA INTERNACIONAL

relativamente menor ya que la cultura empresarial colombiana muestra cierto recelo hacia la implementación de nuevas tecnologías ya sea por el tema de los costos asociados o por la falta de información y comprensión sobre los beneficios potenciales que esta puede traer,, la falta de conciencia acerca de la utilidad de la IA, son factores clave que contribuyen a esta brecha tecnológica.

La falta de capacitación de personal en cuanto asuntos logísticos también es un factor determinante puesto que solo el 25% de las empresas exportadoras cuenta con personal calificado en gestión de operaciones logísticas y cadenas de suministro. También, en cuanto a la inexactitud en la previsión de la demanda puede resultar en niveles inadecuados de inventarios afectando negativamente la satisfacción del cliente y, por último, la gestión de inventarios y visibilidad en la cadena de suministro sin sistemas automatizados resulta para estas empresas difíciles en el momento de realizar seguimientos precisos o en tiempo real y también dificulta la comunicación y coordinación entre los distintos actores de la cadena de suministro.

El impacto de la falta de sistematización y mejoras en la cadena de suministro y gestión de inventarios en las empresas exportadoras colombianas no solo es la eficiencia operativa, sino que influyen en la capacidad de la empresa para competir en el mercado internacional y cumplir con las expectativas de clientes extranjeros (disponibilidad, tiempos y calidad), además, es clave para la adaptación a situaciones imprevistas, como fluctuaciones o interrupciones.

2 Justificación

El propósito principal de este estudio de investigación es analizar la digitalización en el ámbito de la logística internacional y su impacto en las compañías que exportan desde Colombia. Para lograrlo, se explorarán las tácticas y obstáculos relacionados con la inteligencia artificial en la gestión avanzada de inventarios y la cadena de suministro. Esta investigación se centrará en resaltar la relevancia de la digitalización en el entorno actual, además de ofrecer una visión clara y objetiva sobre los avances tecnológicos y el uso de inteligencia artificial en el sector logístico. A través de este trabajo, se busca conocer y comprender las implicaciones y ventajas de la digitalización para las compañías exportadoras colombianas, proporcionando información pertinente y actualizada sobre tácticas y desafíos asociados con la implementación de inteligencia artificial en la gestión de inventarios y cadena de suministro que puede ser de gran utilidad para el desarrollo del país en temas de exportación.

Este estudio ayuda a las empresas que realizan o quieren exportar a optimizar los procesos en la cadena de suministro y en la gestión del inventario, identificando así los puntos débiles y fuertes de las empresas en Colombia frente a estos dos aspectos, para buscar las posibles soluciones que sean asequibles para las necesidades y capacidades de las empresas.

3 Objetivos

3.1 Objetivo general

Analizar como la IA puede contribuir a la optimización en la gestión de inventarios y la cadena de suministro en los procesos de logística internacional de las empresas exportadoras colombianas.

3.2 Objetivos específicos

- Analizar cómo la IA puede mejorar la precisión en la previsión de la demanda, optimizar los niveles de inventario y reducir los costos asociados al almacenamiento y transporte en las empresas exportadoras colombianas.
- Identificar cómo las soluciones basadas en IA pueden aumentar la eficiencia en la cadena de suministro, desde la planificación de la producción hasta la distribución de productos en mercados extranjeros, mejorando la visibilidad y la coordinación en todas las etapas.
- Investigar cómo la IA puede agilizar los procesos de envío aduanero, optimizar la selección de rutas y modos de transporte, y mejorar la gestión de riesgos en la logística internacional de las empresas exportadoras colombianas, aumentando su competitividad en el mercado global.

4 Marco teórico

4.1. Logística Internacional

La logística internacional abarca un conjunto complejo de procesos y actividades que facilitan el movimiento global de bienes. Según Jesús Sáenz et al. (2024), "la logística internacional se refiere a la gestión del flujo de recursos entre el punto de origen y el punto de consumo para satisfacer los requisitos de los clientes internacionales". Este concepto engloba la planificación, implementación y control del flujo eficiente y económico de materiales, información y productos terminados a través de fronteras internacionales. Ivanov et al. (2019) amplían esta definición, destacando que "la logística internacional no solo implica el movimiento físico de mercancías, sino también la gestión de información, el cumplimiento normativo y la adaptación a diferentes entornos culturales y económicos". Esto incluye actividades como el transporte multimodal, el despacho de aduanas, la gestión de inventarios transfronterizos, la documentación internacional y el cumplimiento de diversas regulaciones.

La inteligencia artificial (IA) y la automatización están revolucionando el sector logístico y la cadena de suministro, está transformando la logística internacional al optimizar rutas, predecir demandas y automatizar procesos de toma de decisiones, mejora la eficiencia operativa y la precisión en la planificación logística internacional.

El Índice de Desempeño Logístico (LPI) del Banco Mundial es una herramienta crucial para evaluar el rendimiento logístico de los países. Gürbüz y Denizhan (2020) proponen el uso de técnicas avanzadas de aprendizaje automático, como el Multi-Gene Genetic Programming (MGGP), para clasificar y predecir el desempeño logístico basado en los componentes del LPI. Según estos autores, "el MGGP ofrece una precisión superior en la predicción del rendimiento logístico en comparación con métodos tradicionales, permitiendo una mejor planificación estratégica en logística internacional".

Jesús Sáenz y Revilla (2014) añaden una perspectiva sobre la gestión de riesgos en la logística internacional, argumentando que "la adopción de tecnologías avanzadas como la IA no solo

TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LA LOGÍSTICA INTERNACIONAL

optimiza operaciones, sino que también mejora la capacidad de las empresas para anticipar y responder a disrupciones en las cadenas de suministro globales". La logística internacional está evolucionando rápidamente gracias a la integración de IA y automatización, estos avances prometen mejorar la eficiencia, la precisión y la resiliencia de las operaciones logísticas globales.

Sin embargo, aún se necesita más investigaciones para aprovechar plenamente el potencial de estas tecnologías en la logística internacional, especialmente en áreas como la sostenibilidad y la adaptabilidad a crisis globales. El futuro de la logística internacional se perfila como un campo de colaboración entre la experiencia humana y la capacidad analítica de la IA, abriendo nuevas posibilidades para la optimización y la innovación en el movimiento global de bienes.

4.2. Inteligencia Artificial

La inteligencia artificial se ha convertido en un campo revolucionario de la informática, enfocado en desarrollar sistemas capaces de emular el comportamiento inteligente humano. Russell y Norvig (2020) ofrecen una definición amplia, describiendo la IA como "el estudio de agentes que reciben percepciones del entorno y llevan a cabo acciones". Estos sistemas realizan tareas que tradicionalmente requerían inteligencia humana, como aprendizaje, resolución de problemas y toma de decisiones. IBM (2023) proporciona una definición más concisa y orientada a la aplicación, describiendo la IA como "la capacidad de una máquina para imitar el comportamiento humano inteligente. Las máquinas con inteligencia artificial pueden realizar tareas específicas de una manera más efectiva que los humanos". En esencia, la IA busca crear algoritmos avanzados que procesen datos, aprendan y tomen decisiones de forma similar o superior a los seres humanos en tareas complejas.

Algunos expertos argumentan que la IA está redefiniendo los límites de lo que las máquinas pueden lograr. Consideran que estamos en el umbral de una nueva era donde la línea entre la inteligencia humana y artificial se difumina cada vez más. Sin embargo, otros advierten sobre los riesgos potenciales y las implicaciones éticas de desarrollar sistemas de IA cada vez más avanzados.

TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LA LOGÍSTICA INTERNACIONAL

La integración de Big Data Analytics (BDA) e IA en la gestión de riesgos representa un avance significativo, aunque enfrenta desafíos considerables. Yu et al. (2023) arrojan luz sobre esta situación, señalando que solo el 27% de las empresas globales consideran que la IA y el BDA han automatizado considerablemente sus operaciones de gestión de riesgos. Este dato revela un amplio margen de mejora y sugiere que muchas organizaciones aún no han aprovechado plenamente el potencial de estas tecnologías. La baja tasa de adopción podría deberse a la resistencia al cambio dentro de las organizaciones, la falta de habilidades técnicas necesarias, o preocupaciones sobre la confiabilidad y la interpretabilidad de los modelos de IA. Es cuestión de tiempo antes de ver una adopción más generalizada, a medida que las tecnologías maduren y se vuelvan más accesibles.

Algunos expertos en logística predicen que en los próximos años veremos un cambio paradigmático en la gestión de la cadena de suministro, con la IA asumiendo un papel central en la planificación, ejecución y optimización de operaciones. Otros, sin embargo, advierten sobre los riesgos de depender demasiado de la tecnología, argumentando que el juicio humano seguirá siendo crucial en situaciones complejas e imprevistas.

En respuesta a la creciente complejidad de las redes de suministro y la transformación digital, Toorajipour et al. (2021) desarrollaron una guía integral sobre el uso de la IA en su gestión. Esta guía aborda la necesidad crítica de cerrar la brecha entre la experiencia humana y los avances tecnológicos, presentando casos reales de su aplicación y aprendizaje automático en el rendimiento de la cadena de suministro, reducción de inventario y optimización de rutas. Algunos profesionales de la industria ven esta guía como un recurso valioso para navegar la transición hacia cadenas de suministro impulsadas por IA, este conjunto de investigaciones y guías prácticas subraya la importancia crucial de la inteligencia artificial y las tecnologías relacionadas en la evolución de la gestión de la cadena de suministro.

Mientras algunos la ven como la solución definitiva para los problemas de la cadena de suministro, otros advierten sobre la necesidad de un enfoque equilibrado que combine la potencia de la IA con la experiencia humana. El debate sobre cómo integrarla mejor en las operaciones de la cadena de suministro sin duda continuará en los próximos años, a medida que las tecnologías evolucionen y surjan nuevos desafíos y oportunidades.

4.3. Cadena de suministro – Gestión de inventarios

La cadena de suministro engloba un conjunto interconectado de procesos y actividades que abarcan desde la planificación y coordinación hasta el control de todas las etapas necesarias para llevar un producto desde su origen hasta el consumidor final. Según Christopher (2016), "la cadena de suministro es la red de organizaciones involucradas, a través de enlaces ascendentes y descendentes, en los diferentes procesos y actividades que producen valor en forma de productos y servicios entregados al consumidor final". Por otro lado, la gestión de inventario, un componente crucial de la cadena de suministro se refiere al manejo estratégico de los bienes y materiales almacenados por una empresa. Silver et al. (2017) definen la gestión de inventario como "el conjunto de políticas y controles que supervisan los niveles de inventario y determinan qué niveles deben mantenerse, cuándo se debe reponer el stock y cuán grandes deben ser los pedidos". Esta gestión considera aspectos como la cantidad, ubicación y rotación de los inventarios para garantizar un flujo continuo de productos y minimizar costos.

La gestión de la cadena de suministro está experimentando una profunda transformación impulsada por la digitalización y las tecnologías emergentes. Pellicelli (2022) propone un enfoque basado en ecosistemas para la "Transformación Digital de la Gestión de la Cadena de Suministro", analizando seis componentes básicos y explorando soluciones innovadoras que incorporan tecnologías como la nube, big data, internet industrial de servicios, impresión 3D, realidad virtual y aumentada, blockchain, inteligencia artificial y aprendizaje automático. Complementando este enfoque, Ivanov et al. (2019) introdujeron el concepto de "Cadena de Suministro Digital Gemela", que utiliza tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT) y la Inteligencia Artificial para crear representaciones virtuales de las cadenas de suministro físicas. Esta innovación permite una mejor visibilidad, predicción y optimización de las operaciones de la cadena de suministro en tiempo real.

Por otro lado, Pontrandolfo et al. (2002) propusieron un enfoque de aprendizaje por refuerzo para abordar los desafíos de la Gestión de la Cadena de Suministro Global, permitiendo una perspectiva de integración y mostrando similitudes con las redes de agentes autónomos. Este enfoque se ha aplicado a un sistema de producción en red que abarca diversas áreas geográficas y etapas logísticas.

TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LA LOGÍSTICA INTERNACIONAL

En el contexto de la creciente adopción de robots y máquinas autónomas en el entorno empresarial, se identifican determinantes clave para la adopción de robots autónomos en la industria de la cadena de suministro y logística. Estos incluyen factores tecnológicos (ventaja relativa, complejidad y costo), organizacionales (apoyo de gestión, apoyo financiero y competencia de los empleados) y ambientales (presión competitiva, presión del cliente y apoyo del proveedor). Adicionalmente, Tjahjono et al. (2017) exploraron el impacto de la Industria 4.0 en la logística y la gestión de la cadena de suministro, destacando cómo tecnologías como la Inteligencia Artificial, el Internet de las Cosas y el Big Data están transformando la planificación, el seguimiento y la optimización de las operaciones logísticas. También, cómo la tecnología blockchain sirve para mejorar la transparencia y la trazabilidad en las cadenas de suministro, abordando desafíos como la falta de confianza entre los actores de la cadena y la necesidad de una mayor visibilidad en las operaciones globales.

Estas investigaciones y enfoques subrayan la importancia de la integración de tecnologías digitales avanzadas en la gestión de la cadena de suministro, ofreciendo nuevas perspectivas y soluciones para los desafíos actuales y futuros en este campo en constante evolución. La transformación digital en la gestión de la cadena de suministro no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también permite nuevos modelos de negocio y crea valor añadido para los clientes.

5 Metodología

La investigación adoptó un enfoque cualitativo para explorar a profundidad las percepciones, experiencias y prácticas de las empresas exportadoras colombianas. Con un alcance explicativo y descriptivo, se centró en identificar las deficiencias específicas en la gestión de inventarios y la cadena de suministro. Se utilizó un diseño mixto que integró lecturas, teorías, recolección de datos y análisis detallado de las empresas del sector. Las fuentes incluyeron datos primarios, como entrevistas a gerentes y profesionales de logística, y datos secundarios, como estudios previos, informes de mercado y literatura académica. La metodología empleó entrevistas personales, análisis de bases de datos y herramientas como tablas y guías de entrevistas para profundizar en los hallazgos.

6 Resultados

6.1. Niveles de inventario y reducción de costos asociados al almacenamiento y transporte en las empresas exportadoras colombianas por medio de la IA

El objetivo de esta investigación es analizar cómo la inteligencia artificial (IA) puede contribuir a la optimización en la gestión de inventarios y la cadena de suministro en los procesos de logística internacional de las empresas exportadoras colombianas. A través de este análisis, se busca identificar las áreas específicas donde la IA puede mejorar la precisión en la previsión de la demanda, optimizar los niveles de inventario, reducir costos asociados al almacenamiento y transporte, y aumentar la eficiencia en toda la cadena de suministro.

6.1.1. Desafíos en la gestión de inventarios y costos de almacenamiento y transporte en empresas exportadoras colombianas: Las empresas exportadoras colombianas enfrentan varios desafíos en la gestión de inventarios y los costos de almacenamiento y transporte. A continuación, se describen los principales desafíos encontrados:

Tabla 1. Desafíos y soluciones

DESAFÍOS	PROCESO	CARACTERÍSTICAS	SOLUCIONES
Gestión de inventarios compleja y susceptible a errores	Uso de hoja de cálculo conectada a plataforma Shopee	Actualización automática de pedidos para exportación, inventario organizado por tallas y tipos de ropa	Implementar IA para mejorar la precisión de la previsión de demanda y optimizar el control de stock
Necesidad de revisar inventario diariamente	Control manual de stock	Organización de inventario para agilizar la recepción de mercancía en Canadá	Utilizar IA para automatizar el control de inventario y reducir la

TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LA LOGÍSTICA INTERNACIONAL

			frecuencia de revisiones diarias
Limitaciones en la previsión climática	Pronósticos de demanda y condiciones externas	Dependencia de variables externas en la logística	IA como herramienta efectiva para prever demandas y ajustar inventarios, siendo más útil a mediano y largo plazo

Según el entrevistado 1 (anexo1), los desafíos encontrados fueron los plasmados en el Cuadro 1. Desafíos y soluciones. Para gestionar sus inventarios, utilizan sistemas como Odoo y Zoho Inventory, que facilitan un seguimiento eficiente de productos y pedidos, integrando procesos logísticos y contables. Físicamente, organizan su inventario aplicando métodos como FIFO (First In, First Out) para asegurar que los productos más antiguos se despachen primero, además de utilizar códigos de barras para una identificación rápida y precisa.

La inteligencia artificial puede transformar significativamente la gestión de inventarios al automatizar tareas repetitivas y mejorar la precisión en el seguimiento del stock. Según un artículo de MKD (s.f), "la IA permite automatizar tareas repetitivas y manuales, como la actualización de registros de inventario y la generación de órdenes de compra". Esto no solo libera tiempo para que los empleados se concentren en actividades estratégicas, sino que también reduce errores costosos. Además, los sistemas basados en IA pueden predecir la demanda futura con alta precisión, ayudando a las empresas a planificar mejor sus necesidades y evitar tanto el exceso como la escasez de stock.

Respecto a la importancia futura de la IA en la logística y la cadena de suministro del sector exportador colombiano, el entrevistado 1 (anexo 1) opinó que será una herramienta efectiva a mediano y largo plazo. Aunque actualmente cuentan con herramientas automatizadas que cumplen funciones básicas, anticipa que el desarrollo de nuevas tecnologías permitirá optimizar aún más aspectos como el manejo de mercancía defectuosa y el análisis avanzado de tendencias del

TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LA LOGÍSTICA INTERNACIONAL

mercado. Finalmente, uno de los principales desafíos en la gestión de inventarios es manejar grandes volúmenes; cualquier error contable puede traducirse en costos significativos. La IA podría ayudar a mitigar estos problemas, especialmente en épocas de alta demanda y cambios en las tendencias del mercado.

La implementación efectiva de tecnologías basadas en IA no solo mejora la eficiencia operativa y reduce costos, sino que también permite a las empresas exportadoras colombianas mantenerse competitivas en un entorno global cada vez más exigente.

6.1.2. La IA y sus tecnologías relevantes: La inteligencia artificial (IA) es una rama de la informática que busca crear sistemas capaces de simular procesos de la inteligencia humana, como el aprendizaje, el razonamiento y la percepción. John McCarthy acuñó el término en 1956, definiéndola como "la ciencia e ingeniería de hacer máquinas inteligentes". La IA abarca técnicas como el aprendizaje automático y profundo, permitiendo que las máquinas aprendan y se adapten a partir de datos sin programación específica. Según la Comisión Europea (2023), estos sistemas perciben su entorno, razonan sobre la información y toman decisiones para alcanzar objetivos complejos. Entre las tecnologías relevantes está la robótica, que combina IA con hardware para crear máquinas autónomas capaces de realizar tareas físicas en sectores como la logística y manufactura. También está la Automatización Robótica de Procesos (RPA), que utiliza software para automatizar tareas repetitivas, mejorando la eficiencia y liberando a los empleados para que se enfoquen en actividades más estratégicas.

La inteligencia artificial (IA) está transformando la forma en que las empresas prevén la demanda de sus productos. Mediante el uso de algoritmos avanzados de aprendizaje automático, la IA puede analizar grandes volúmenes de datos históricos y en tiempo real para identificar patrones y tendencias que permiten predecir con mayor precisión la demanda futura.

Algunos de los datos que la IA utiliza para pronosticar la demanda incluyen: ventas históricas, tendencias del mercado, factores estacionales, eventos promocionales, datos de redes sociales y búsquedas en internet, información sobre el clima y eventos externos; al procesar estos datos, la IA puede identificar correlaciones complejas que los métodos tradicionales de previsión

TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LA LOGÍSTICA INTERNACIONAL

de la demanda pasan por alto. Esto permite a las empresas anticipar picos y caídas en la demanda con mayor precisión, evitando tanto el exceso de inventario como las roturas de stock.

Luego, la inteligencia artificial puede recomendar las cantidades de inventario más adecuadas para cada producto, considerando los tiempos de entrega de los proveedores, la capacidad de almacenamiento y el costo de mantenimiento en origen; calcula los niveles de inventario y lo optimiza utilizando algoritmos para reducir los costos totales y garantizar la disponibilidad del producto. Los inventarios se ajustan automáticamente para adaptarse a los cambios en la demanda prevista.

6.1.3. Cómo la IA reduce el exceso de inventario, optimiza el espacio de almacenamiento, mejora la planificación de rutas y reduce costos de transporte

La inteligencia artificial (IA) está revolucionando la gestión de inventarios al reducir el exceso de stock, optimizar el espacio de almacenamiento, mejorar la planificación de rutas y disminuir los costos de transporte. Utilizando algoritmos de aprendizaje automático, las empresas pueden prever con mayor precisión la demanda futura, ajustando así los niveles de inventario y evitando costos innecesarios (Gerlero, 2024). Además, la IA permite organizar los productos en el almacén de manera eficiente, maximizando el uso del espacio disponible (Sánchez, 2024). En logística, la planificación de rutas se optimiza mediante el análisis de datos en tiempo real sobre tráfico y condiciones climáticas, lo que permite realizar ajustes dinámicos y mejorar la eficiencia. Todo esto se traduce en una significativa reducción de costos operativos, ya que se minimizan errores, se evita el exceso de inventario y se optimizan procesos logísticos (Gerlero, 2024). Las organizaciones que implementan estas tecnologías están mejor preparadas para enfrentar los desafíos del mercado actual.

También desde la planificación de rutas eficientes implica considerar diversos factores. Uno de los más fundamentales es la distancia, ya que determinar la ruta más corta y eficiente para el transporte es crucial. Según el entrevistado 2, "se consideran dos temas principalmente, los cuales son la distancia y el precio, de los cuales derivan rutas y tiempos de envío". Además, el tráfico

TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LA LOGÍSTICA INTERNACIONAL

juega un papel significativo; la congestión puede afectar los tiempos de entrega, y la IA utiliza datos en tiempo real para evitar rutas congestionadas y optimizar los tiempos de viaje.

Otro factor importante son las condiciones climáticas. Las condiciones meteorológicas adversas pueden impactar tanto la seguridad como la eficiencia del transporte. Los sistemas de IA pueden prever estas condiciones y ajustar las rutas en consecuencia. También deben considerarse las restricciones legales, como límites de velocidad o restricciones de paso, para asegurar que las rutas elegidas cumplan con las regulaciones locales. Por último, las preferencias del cliente, respecto a horarios y puntos específicos de entrega, son vitales para una planificación efectiva.

6.1.4. Barreras y Preocupaciones sobre la Implementación de IA: A pesar de los beneficios que ofrece la inteligencia artificial, existen barreras significativas para su adopción en la logística. Uno de los principales obstáculos son los costos de implementación; la inversión inicial en tecnología y capacitación puede ser alta. Según el entrevistado 1 (anexo 1), "la implementación sería un poco lenta debido a la estandarización y el monopolio en temas de envío", lo que complica la adaptación a nuevas metodologías.

Además, la seguridad de datos es una preocupación relevante. La recopilación y uso de datos en tiempo real plantean desafíos sobre cómo proteger esa información. El entrevistado 1 menciona que "la seguridad informática se enfrentaría a desafíos desconocidos al implementar estas nuevas tecnologías". Por último, existe una notable resistencia al cambio; las empresas con metodologías tradicionales pueden mostrarse reacias a adoptar nuevas tecnologías, lo que dificulta una transición rápida hacia sistemas basados en IA.

En este orden de ideas, la adopción de inteligencia artificial es crucial para mantener la competitividad, especialmente para las empresas exportadoras colombianas. En primer lugar, la IA puede acelerar procesos logísticos como la revisión de mercancías y aprobación de documentos, que actualmente requieren mucho tiempo. Esto es vital para mejorar los tiempos de entrega y aumentar la satisfacción del cliente.

TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LA LOGÍSTICA INTERNACIONAL

Además, al optimizar rutas y minimizar el consumo de combustible, las empresas pueden lograr una reducción significativa de costos operativos. Este aspecto es esencial en un entorno competitivo donde cada ahorro cuenta. Finalmente, las empresas que no implementen tecnologías avanzadas pueden quedar rezagadas en términos de efectividad y cumplimiento en las entregas. La IA permite una adaptación rápida a cambios en las demandas del mercado. En conclusión, integrar inteligencia artificial en la planificación de rutas no solo mejora la eficiencia operativa y reduce costos, sino que también se convierte en un elemento clave para mantener la competitividad en un mercado global cada vez más exigente.

6.1.5. Empresas que han implementado IA con éxito: beneficios y recomendaciones

Empresas como Nike, Zara, H&M y Adidas han implementado la inteligencia artificial (IA) con éxito para optimizar diversos aspectos de sus operaciones. Al analizar grandes volúmenes de datos, la IA permite predecir con mayor precisión la demanda, ajustar los niveles de inventario, optimizar las rutas de entrega y reducir costos. Esto se traduce en una mayor eficiencia operativa, una mejor toma de decisiones y una mayor competitividad en el mercado global. Empresas como Nike, Zara y H&M ya están utilizando IA con éxito para personalizar productos, optimizar procesos y mejorar la experiencia del cliente. Para las empresas colombianas, la adopción de la IA representa una oportunidad para modernizarse y mantenerse a la vanguardia en un entorno cada vez más competitivo. Sin embargo, es importante abordar la implementación de manera estratégica, invirtiendo en capacitación, colaborando con expertos y priorizando la seguridad de los datos.

Nike utiliza IA para personalizar el diseño de sus productos y mejorar la experiencia del cliente mediante recomendaciones personalizadas. Recientemente, la compañía lanzó una línea de tenis que combina creatividad humana con algoritmos de IA, permitiendo a los diseñadores crear modelos en cuestión de días, lo que reduce significativamente el tiempo de desarrollo y minimiza el desperdicio en la producción.

Zara destaca por su agilidad en responder a las tendencias del mercado; emplea IA para analizar grandes volúmenes de datos de ventas y redes sociales, lo que le permite diseñar y producir nuevos productos rápidamente.

H&M también se beneficia de la IA al predecir tendencias de moda y optimizar su gestión de inventario, además de experimentar con tecnologías como la realidad virtual para enriquecer la experiencia de compra en línea.

Finalmente, *Adidas* utiliza IA para personalizar productos y mejorar la eficiencia en sus procesos de fabricación. La marca está explorando innovaciones como la impresión 3D y la realidad aumentada para ofrecer experiencias de compra más atractivas. Estas implementaciones no solo mejoran la eficiencia operativa, sino que también permiten a estas empresas mantenerse competitivas en un mercado en constante evolución

6.2. Eficiencia en la cadena de suministro con IA: desde la planificación de producción hasta la distribución en mercados internacionales

Explorar la optimización de la cadena de suministro mediante inteligencia artificial tiene como objetivo mejorar la eficiencia, reducir costos y aumentar la capacidad de respuesta en la gestión de suministros. La IA permite realizar previsiones más precisas de la demanda al analizar grandes volúmenes de datos en tiempo real, lo que facilita la planificación de la producción y la gestión de inventarios. Además, optimiza el transporte y la logística al mejorar las rutas de entrega y reducir el consumo de recursos. Al automatizar procesos repetitivos, como el seguimiento de envíos y la gestión de pedidos, la IA minimiza errores y libera a los empleados para que se concentren en tareas más estratégicas. También fortalece la toma de decisiones mediante análisis predictivos y recomendaciones en tiempo real, lo que permite a las empresas ser más ágiles ante fluctuaciones del mercado. En conjunto, la optimización de la cadena de suministro mediante IA hace que los procesos sean más ágiles, sostenibles y competitivos, mientras mejora la resiliencia y la capacidad para mitigar riesgos.

6.2.1. Etapas clave de la cadena de suministro: planificación de la producción, almacenamiento, distribución y mercados internacionales.

TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LA LOGÍSTICA INTERNACIONAL

Tabla 2. Etapas de la cadena de suministro

Etapas	Características	Importancia en la cadena
Planificación	Evaluación de estrategias para la producción, incluyendo decisiones sobre adquisición de materias primas y ubicación.	Alinea recursos con demandas del mercado, establece objetivos claros y permite anticipar cambios en la demanda para maximizar eficiencia y minimizar costos (SAP, s. f.).
Aprovisionamiento	Búsqueda y selección de proveedores, negociación de precios y gestión de relaciones.	La selección de proveedores confiables es crucial; interrupciones pueden tener un efecto dominó en toda la cadena de suministro (Mecalux, s. f.).
Fabricación	Transformación de materias primas en productos finales a través de procesos industriales.	Requiere optimización para garantizar eficiencia y calidad; la implementación de tecnologías avanzadas puede mejorar la producción al reducir tiempos y aumentar la consistencia (Nvl, 2024b).
Almacenaje	Almacenamiento temporal de productos terminados y gestión del inventario.	Una gestión ineficiente puede generar sobrecostos significativos; equilibrar disponibilidad con costos es vital para evitar pérdidas de ventas (Nvl, 2024b).
Distribución	Entrega de productos a mercados, incluyendo transporte y logística.	Mejora la satisfacción del cliente y puede influir en la reputación de la marca; factores como tiempo de entrega y costos logísticos son esenciales (Nvl, 2024b).

(Conexión ESAN, s. f.)

En un entorno empresarial en constante cambio y creciente competencia, las empresas deben adoptar un enfoque integral que integre todas las etapas de la cadena de suministro. Esto no solo optimiza su rendimiento, sino que también les permite adaptarse a las fluctuaciones del mercado y mantener una ventaja competitiva. Por lo tanto, la atención meticulosa a cada fase y la

TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LA LOGÍSTICA INTERNACIONAL

implementación de tecnologías avanzadas son esenciales para el éxito sostenible de cualquier organización.

Una planificación efectiva en la cadena de suministro permite anticipar cambios en la demanda, ajustando las operaciones para maximizar la eficiencia y minimizar costos. En la etapa de aprovisionamiento, la selección de proveedores confiables es crucial, ya que cualquier interrupción puede tener un efecto dominó en toda la cadena. Durante la fase de fabricación, la implementación de tecnologías avanzadas, como la automatización y el análisis de datos, mejora significativamente la producción, reduciendo tiempos y aumentando la consistencia del producto final. En la etapa de almacenaje, una gestión ineficiente del inventario puede resultar en sobrecostos significativos, ya sea por exceso de stock o falta de este, lo que puede llevar a pérdidas de ventas. Finalmente, una distribución efectiva no solo mejora la satisfacción del cliente, sino que también influye en la reputación de la marca, por lo que es vital considerar factores como el tiempo de entrega, costos logísticos y modos de transporte al planificar esta fase.

6.2.2. Tecnologías de IA aplicables a la mejora de la previsión de demanda, la planificación de la producción y la gestión de recursos

Las tecnologías de inteligencia artificial (IA) aplicables incluyen diversas técnicas que permiten a las máquinas aprender, predecir y recomendar acciones basadas en datos. Una de las más relevantes es el *Machine Learning (Aprendizaje Automático)*, un subcampo de la IA que utiliza algoritmos para permitir que las computadoras aprendan de los datos y realicen predicciones o decisiones sin programación explícita (IBM, 2024). Esta técnica se clasifica en varias categorías: el aprendizaje supervisado, que utiliza datos etiquetados para entrenar modelos que pueden hacer predicciones sobre nuevos datos el aprendizaje no supervisado, que analiza datos no etiquetados para identificar patrones o agrupaciones sin intervención humana; el aprendizaje semi-supervisado, que combina un pequeño conjunto de datos etiquetados con un gran conjunto no etiquetado para mejorar el aprendizaje; y el aprendizaje por refuerzo, que aprende a tomar decisiones a través de prueba y error, optimizando acciones basadas en recompensas recibidas.

TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LA LOGÍSTICA INTERNACIONAL

Otra tecnología importante es *el análisis predictivo*, que se basa en técnicas de machine learning para analizar datos históricos y predecir tendencias futuras. Esta herramienta es especialmente útil en áreas como marketing, finanzas y gestión de la cadena de suministro, ya que ayuda a las empresas a anticipar la demanda y optimizar recursos (SAP, s. f.). Por último, los sistemas de recomendación utilizan algoritmos de machine learning para personalizar la experiencia del usuario, sugiriendo productos o contenidos basados en el comportamiento previo del usuario y en patrones detectados entre otros usuarios. Estos sistemas son comunes en plataformas de comercio electrónico y servicios de streaming, donde mejorar la experiencia del cliente es fundamental para aumentar la satisfacción y fidelidad. En conjunto, estas tecnologías de IA ofrecen un amplio abanico de aplicaciones que pueden transformar la forma en que las empresas operan y toman decisiones estratégicas.

La inteligencia artificial (IA) ha transformado significativamente las *metodologías tradicionales para la previsión de demanda en la logística internacional*. Según el entrevistado 1, "la IA se está usando hoy en día en la logística para mejorar los modelos de previsión y proyección de la demanda ya existentes, en los que tradicionalmente se utilizaban metodologías de cálculos lógicos y estadísticos". La IA permite cambiar y buscar mejores parámetros para entrenar estos modelos, logrando generar predicciones más precisas y efectivas. En comparación con los sistemas tradicionales, la IA ofrece ventajas específicas en la optimización de los recursos logísticos. El entrevistado 1 señala que "la inteligencia artificial revoluciona la logística al permitir un análisis de datos más profundo y preciso en tiempo real", lo que resulta en una toma de decisiones más ágil y eficaz. Al automatizar tareas, optimizar rutas, predecir la demanda y personalizar la experiencia del cliente, la IA aumenta significativamente la eficiencia operativa, reduce costos y mejora la competitividad de las empresas.

Además, la IA puede prever la demanda futura analizando datos históricos, patrones de compra y tendencias del mercado, lo que permite a las empresas ajustar su producción y gestión de inventario de manera más precisa (Cultura AI). Esto ayuda a evitar tanto el exceso como la escasez de existencias, lo que es crucial para mantener un flujo continuo en la cadena de suministro. Por ejemplo, sistemas de pronóstico basados en IA pueden identificar patrones en las fluctuaciones de demanda, permitiendo a las empresas planificar reaprovisionamientos más efectivos

La optimización del transporte es otra área donde la IA muestra su potencial. Utilizando *algoritmos avanzados*, puede analizar múltiples variables como el tráfico, las restricciones legales y las preferencias del cliente para determinar las rutas más eficientes. Esto no solo reduce los costos operativos al minimizar el tiempo de entrega y el consumo de combustible, sino que también mejora la satisfacción del cliente al garantizar entregas puntuales.

Finalmente, *el mantenimiento predictivo y la detección temprana de anomalías son beneficios adicionales que ofrece la IA*. Estas capacidades garantizan una mayor fiabilidad y seguridad en las operaciones logísticas (Simpliroute). La implementación efectiva de estas tecnologías no solo mejora la eficiencia operativa y reduce costos, sino que también permite a las empresas tomar decisiones más informadas basadas en datos, lo que conduce a una cadena de suministro más ágil, resiliente y rentable. En resumen, la inteligencia artificial se ha convertido en una herramienta esencial para enfrentar los desafíos del entorno logístico actual y mejorar continuamente los procesos dentro de la cadena de suministro

6.2.3. Optimización en el manejo de inventarios y el uso del espacio en almacenes

La inteligencia artificial (IA) está transformando la gestión de inventarios y el uso del espacio en almacenes, optimizando procesos y mejorando la eficiencia operativa. A continuación, se detallan las principales formas en que la IA contribuye a estas áreas.

- **Optimización de inventarios:** Para optimizar la gestión de inventarios, las empresas están recurriendo cada vez más a la inteligencia artificial, que ofrece soluciones avanzadas para mejorar la precisión, reducir costos y aumentar la eficiencia. A través de algoritmos de aprendizaje automático y monitoreo en tiempo real, la IA permite no solo prever la demanda y evitar problemas de desabastecimiento o exceso de inventario, sino también automatizar procesos y minimizar errores. A continuación, se detallan algunas de las principales aplicaciones de la IA en la optimización de inventarios:

TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LA LOGÍSTICA INTERNACIONAL

- **Predicción de la Demanda:** La IA utiliza algoritmos de aprendizaje automático para analizar datos históricos y patrones de consumo, lo que permite prever con precisión la demanda futura de productos. Esto ayuda a las empresas a ajustar sus niveles de inventario, evitando tanto el exceso como la escasez. Por ejemplo, una tienda puede anticipar la demanda durante temporadas específicas, asegurando que haya suficiente stock disponible sin incurrir en costos adicionales por almacenamiento innecesario. (Ai, 2024).
- **Reabastecimiento Automático:** Los sistemas de IA pueden monitorear los niveles de inventario en tiempo real y generar automáticamente órdenes de compra cuando los niveles caen por debajo de un umbral predeterminado. Esto no solo asegura que los productos estén disponibles cuando se necesitan, sino que también libera a los empleados de tareas repetitivas, permitiéndoles enfocarse en actividades más estratégicas. (Audisio, 2021).
- **Reducción de Errores:** Al automatizar el seguimiento y la gestión del inventario, la IA reduce significativamente los errores humanos. Los sistemas pueden procesar grandes volúmenes de datos y tomar decisiones informadas rápidamente, lo que mejora la precisión del inventario y minimiza las discrepancias.
- **Uso eficiente del Espacio en Almacenes:** Para maximizar el uso del espacio en almacenes, las empresas están adoptando tecnologías de inteligencia artificial que optimizan el almacenamiento y mejoran la eficiencia operativa. La IA permite analizar el flujo de productos y diseñar distribuciones estratégicas dentro del almacén, facilitando un acceso rápido a artículos de alta demanda y minimizando los tiempos de desplazamiento. A continuación, se presentan algunas aplicaciones clave de la IA en el uso eficiente del espacio en almacenes:
 - **Optimización del Almacenamiento:** La IA puede analizar el flujo de productos y sugerir disposiciones óptimas para el almacenamiento dentro del almacén. Esto incluye recomendaciones sobre cómo agrupar productos que se venden juntos con frecuencia, lo que minimiza el tiempo de desplazamiento para los operarios durante el proceso de picking. Además, al clasificar los artículos según su demanda y características, las empresas pueden priorizar el acceso a productos más solicitados.

TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LA LOGÍSTICA INTERNACIONAL

- Mejora en la Toma de Decisiones: Los algoritmos avanzados permiten una toma de decisiones más rápida y precisa. Por ejemplo, pueden evaluar factores como eventos promocionales o cambios en las tendencias del mercado para ajustar dinámicamente las estrategias de gestión de inventarios. Esta capacidad adaptativa asegura que las empresas puedan responder rápidamente a cambios inesperados en el entorno operativo.

La inteligencia artificial (IA) optimiza la gestión de inventarios y el uso del espacio en almacenes, aportando mayor eficiencia operativa. Con capacidades de predicción de demanda, reabastecimiento automático y reducción de errores, la IA facilita el mantenimiento de niveles adecuados de inventario, evitando tanto exceso como escasez de productos. Además, al analizar el flujo de productos y sugerir disposiciones óptimas, la IA maximiza el uso del espacio en almacenes y permite una toma de decisiones rápida y precisa, adaptándose a cambios en el mercado y mejorando la eficacia de la cadena de suministro.

6.2.4. Optimización en las rutas de distribución, gestiona el transporte y reduce costos logísticos.

La inteligencia artificial (IA) optimiza las rutas de distribución al analizar grandes volúmenes de datos en tiempo real, como el tráfico, las condiciones meteorológicas y los tiempos de entrega, lo que permite planificar rutas más eficientes y adaptarlas dinámicamente ante imprevistos, como congestiones o accidentes. Esta capacidad de recalcular rutas en tiempo real no solo mejora la puntualidad de las entregas, sino que también reduce el consumo de combustible y los costos operativos. En cuanto a la gestión del transporte, la IA permite el monitoreo continuo de flotas, facilitando la identificación de comportamientos de conducción ineficientes y mejorando la seguridad mediante alertas sobre prácticas riesgosas. Además, al predecir cuándo un vehículo necesita mantenimiento, la IA ayuda a evitar reparaciones inesperadas y minimiza el tiempo de inactividad, lo que se traduce en una mayor disponibilidad de vehículos. En conjunto, estas aplicaciones permiten a las empresas reducir significativamente sus costos logísticos al maximizar la eficiencia operativa y optimizar el uso de recursos, mejorando así su competitividad en el mercado.

6.2.5. La IA mejora la visibilidad en tiempo real y facilita la coordinación entre proveedores, fabricantes y distribuidores.

La inteligencia artificial (IA) mejora significativamente la visibilidad en tiempo real y facilita la coordinación entre proveedores, fabricantes y distribuidores mediante la integración de datos en tiempo real y la automatización de procesos clave en la cadena de suministro. Uno de los principales beneficios de la IA es su capacidad para recopilar, analizar y procesar grandes cantidades de datos procedentes de múltiples fuentes, como sensores de IoT, sistemas de seguimiento GPS, plataformas de gestión de inventarios y software de planificación de recursos empresariales (ERP). Esto permite a las empresas tener una visión clara y en tiempo real del estado de sus operaciones, como la ubicación exacta de los productos en tránsito, los niveles de inventario y el estado de producción en fábricas. Esta visibilidad en tiempo real es crucial para anticipar posibles interrupciones, como retrasos en la entrega o problemas de calidad, lo que permite una toma de decisiones más rápida y proactiva. Por ejemplo, si un proveedor enfrenta problemas de producción o un retraso en el envío, los sistemas de IA pueden detectar el problema de inmediato y alertar a los fabricantes y distribuidores para que ajusten sus planes de producción o distribución, evitando cuellos de botella y garantizando la continuidad del suministro.

La inteligencia artificial (IA) mejora significativamente la visibilidad en tiempo real y, además, la IA facilita la coordinación entre los diferentes actores de la cadena de suministro mediante la automatización de la comunicación y la optimización de las decisiones. Los sistemas basados en IA pueden analizar los datos históricos y en tiempo real para generar recomendaciones automatizadas, como la mejor opción de transporte o la redistribución de inventarios entre almacenes para cubrir una demanda emergente en otra región. Esto permite a las empresas sincronizar mejor sus operaciones, mejorando la colaboración entre proveedores, fabricantes y distribuidores.

La automatización y las plataformas de IA también proporcionan información predictiva, lo que permite prever cambios en la demanda, problemas de capacidad o riesgos geopolíticos que puedan afectar la cadena de suministro. Al anticipar estos factores, las empresas pueden ajustar sus estrategias de manera proactiva, asegurando una mayor flexibilidad y agilidad en su coordinación.

TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LA LOGÍSTICA INTERNACIONAL

En resumen, la IA transforma la cadena de suministro al proporcionar una visibilidad integral y en tiempo real que mejora la toma de decisiones y la capacidad de respuesta, permitiendo una colaboración más eficiente entre los diferentes actores de la logística global.

6.2.6. Empresas que han implementado soluciones de IA en la cadena de suministro con resultados positivos.

En el sector textil colombiano, algunas empresas exportadoras han comenzado a implementar soluciones de inteligencia artificial (IA) en sus cadenas de suministro, logrando resultados positivos que destacan su capacidad para mejorar la eficiencia y competitividad. A continuación, se presentan ejemplos de estas empresas (News Center Microsoft Latinoamérica, 2024). A continuación, en un cuadro síntesis se detalla la solución IA de las siguientes empresas:

Tabla 3. Casos exitosos

EMPRESA	SOLUCIÓN IA	BENEFICIOS
<i>Textiles Doria</i>	Incorporación de sistemas de IA para optimizar la gestión de inventarios y logística, utilizando algoritmos predictivos.	Reducción de costo operativos, minimización del exceso de inventario, mejora en la disponibilidad de productos y mayor satisfacción del cliente con entregas más rápidas.
<i>Coltejer</i>	Adopción de tecnologías de IA en producción y gestión de la cadena de suministro, utilizando herramientas analíticas para prever la demanda.	Mejora de la eficiencia operativa, reducción de tiempos muertos y costos de producción, fortalecimiento de la posición competitiva en el ámbito internacional.
<i>Fabricato</i>	Implementación de soluciones basadas en IA para optimizar la gestión de inventarios y previsión de demanda.	Reducción del exceso de inventario, menores costos de almacenamiento, mejor utilización del capital y respuesta más ágil a las necesidades del cliente.
<i>Texpol</i>	Uso de IA para mejorar procesos logísticos y de distribución, analizando	Reducción de costos logísticos, aumento en la eficiencia operativa y

TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LA LOGÍSTICA INTERNACIONAL

	datos en tiempo real para optimizar rutas.	mejora de la satisfacción del cliente con entregas más rápidas.
<i>Sutex</i>	Adopción de herramientas de IA para análisis predictivo en la gestión de inventarios.	Optimización del espacio de almacenamiento, reducción de pérdidas por productos no vendidos y mayor rentabilidad.
<i>Resumen general</i>	La IA predice la demanda con mayor precisión, optimiza inventarios, mejora rutas de entrega y facilita la colaboración entre proveedores y clientes. Empresas como Textiles Doria, Coltejer, Fabricato, Texpol y Sutex experimentan ya estos beneficios.	A través de la IA, las empresas logran mayor visibilidad, mejor toma de decisiones, reducción de costos y una mayor adaptabilidad al mercado. La IA transforma la gestión de la cadena de suministro y mejora la competitividad global.

(Betancur,2024)

La inteligencia artificial (IA) se ha convertido en una herramienta esencial para optimizar la cadena de suministro y la logística empresarial. Al integrar tecnologías avanzadas en todas las etapas, desde la previsión de la demanda hasta la gestión del inventario, el uso del espacio en almacenes y la optimización de rutas, la IA mejora la eficiencia operativa, reduce costos y facilita la toma de decisiones basadas en datos. Además, su capacidad de proporcionar visibilidad en tiempo real y coordinar entre proveedores, fabricantes y distribuidores permite a las empresas responder ágilmente a las fluctuaciones del mercado, fortaleciendo así su competitividad en un entorno global cada vez más exigente.

6.3. Optimización de la logística internacional con IA: agilización aduanera, rutas y gestión de riesgos para exportadores colombianos para aumentar su competitividad global.

6.3.1. La IA y la logística internacional para empresas exportadoras colombianas:

Investigar cómo la inteligencia artificial (IA) puede mejorar la logística internacional para empresas exportadoras colombianas tiene como objetivo fundamental optimizar la eficiencia y competitividad en un mercado global cada vez más exigente. La IA permite realizar análisis avanzados de datos en tiempo real, lo que facilita la identificación de rutas de transporte más eficientes y rentables, reduciendo costos y tiempos de entrega. Además, mejora la gestión del inventario mediante pronósticos de demanda más precisos, lo que ayuda a evitar problemas de exceso o escasez de productos. Asimismo, el seguimiento y trazabilidad de mercancías en tiempo real aumentan la visibilidad y seguridad a lo largo de toda la cadena de suministro. La automatización de procesos repetitivos también contribuye a reducir errores y aumentar la productividad. En un contexto donde las empresas colombianas buscan fortalecer su presencia en mercados internacionales, la implementación de soluciones basadas en IA se convierte en una herramienta crucial para adaptarse a las fluctuaciones del mercado y mejorar la satisfacción del cliente, posicionándolas favorablemente frente a la competencia global.

- **Desafíos y procesos actuales en el envío aduanero para empresas exportadoras:** Las empresas exportadoras colombianas enfrentan varios desafíos en el envío aduanero, un proceso que es fundamental para garantizar la correcta salida de mercancías del país. Uno de los principales obstáculos es la complejidad burocrática del proceso, que incluye múltiples etapas y requisitos documentales. Las empresas deben presentar una Solicitud de Autorización de Embarque (SAE) y una Declaración de Exportación (DEX), lo que requiere un conocimiento profundo de la normativa aduanera y la correcta gestión de documentos como facturas comerciales, certificados de origen y autorizaciones específicas según el tipo de mercancía. (Mjgutierrez, 2022)

Además, las empresas deben lidiar con inspecciones aduaneras, que pueden ser físicas o documentales, lo que a menudo genera retrasos en el despacho de mercancías. La falta de información o errores en la documentación pueden resultar en la retención de productos en puntos aduaneros. También es crucial establecer acuerdos claros sobre los términos de transporte y responsabilidades entre exportadores e importadores, lo que puede complicarse en transacciones internacionales.

Finalmente, el uso de tecnologías digitales en el proceso aduanero, como sistemas informáticos para la presentación de documentos, es aún limitado en algunas áreas, lo que puede dificultar una gestión más ágil y eficiente del envío aduanero. En resumen, los desafíos incluyen la complejidad burocrática, la necesidad de cumplimiento normativo riguroso y las limitaciones tecnológicas, todos factores que impactan directamente en la eficiencia del proceso de exportación. (*Páginas - Trámites Aduaneros*, s. f.)

6.3.2. La IA y la automatización de la logística internacional

Automatización de procesos, análisis de datos, sistema de gestión de riesgos:

- Automatización de procesos: La automatización mediante IA permite optimizar tareas repetitivas y administrativas, como la entrada de datos y la gestión de inventarios. Los sistemas pueden ejecutar procesos automáticamente, lo que reduce el tiempo y los errores humanos, mejorando la eficiencia operativa. Por ejemplo, en la logística, la automatización puede incluir el seguimiento de envíos y la gestión de órdenes. (Analítica de IA, s. f.)
- Análisis de Datos: El análisis de datos impulsado por IA utiliza algoritmos de aprendizaje automático para procesar grandes volúmenes de información y extraer patrones significativos. Esto incluye la capacidad de realizar análisis predictivos, donde se anticipan tendencias futuras basadas en datos históricos, lo que es crucial para la planificación de inventarios y la optimización de rutas de distribución. (Analítica de IA, s. f.)
- Sistemas de Gestión de Riesgos: Los sistemas de gestión de riesgos basados en IA pueden evaluar y mitigar riesgos potenciales en las operaciones logísticas. Utilizando análisis avanzados, estos sistemas pueden identificar vulnerabilidades en la cadena de suministro, predecir problemas antes de que ocurran y sugerir medidas preventivas. Esto es especialmente valioso en un entorno global donde las condiciones pueden cambiar rápidamente. (Analítica de IA, s. f.)

Automatización de la documentación, cumplir con regulaciones y acelerar el despacho aduanero

- La inteligencia artificial (IA) puede transformar significativamente el proceso de envío aduanero al automatizar la documentación, cumplir con regulaciones y acelerar el despacho aduanero. La automatización de la documentación se logra mediante tecnologías como el Procesamiento Inteligente de Documentos (IDP), que combina reconocimiento óptico de caracteres (OCR) con algoritmos de IA para extraer, clasificar y validar datos de documentos relevantes, como facturas, declaraciones de exportación y guías de carga. Esto reduce el tiempo dedicado a tareas manuales y minimiza el riesgo de errores humanos, asegurando que la información necesaria esté disponible y sea precisa antes de su presentación a las autoridades aduaneras. (Blanch,2023).

En cuanto al cumplimiento de regulaciones, la IA ayuda a las empresas a mantenerse al día con los requisitos normativos cambiantes. Los sistemas automatizados pueden verificar que toda la documentación cumpla con las normativas locales e internacionales, evitando así sanciones por incumplimiento. Además, la IA puede alertar sobre posibles problemas antes de que se conviertan en obstáculos, facilitando una gestión proactiva del cumplimiento.

Finalmente, al acelerar el despacho aduanero, la automatización permite un procesamiento más rápido de documentos, lo que reduce los tiempos de espera en aduanas. Al integrar flujos de trabajo automatizados y sistemas de gestión documental basados en IA, las empresas pueden garantizar que sus envíos sean revisados y aprobados más rápidamente, optimizando así la cadena de suministro y mejorando la satisfacción del cliente. En conjunto, estas capacidades hacen que el uso de IA en la logística internacional sea esencial para mejorar la eficiencia operativa y competitividad en el mercado global. (Poleo & Poleo, 2024).

6.4. La IA y la logística internacional: hacia la competitividad de las empresas exportadoras colombianas

6.4.1. La a selección de rutas y modos de transporte mediante análisis predictivo y algoritmos de optimización: La inteligencia artificial (IA) está revolucionando la optimización de rutas y modos de transporte mediante el uso de análisis predictivo y algoritmos avanzados. Según el entrevistado 2, "se está familiarizado con el análisis predictivo, donde se utiliza para darle un peso a cada ruta y, a partir de esto, se escoge la ruta más rápida y corta". Esta capacidad de la IA permite realizar modelos de optimización más eficientes y en menor tiempo, lo que es crucial en un entorno logístico competitivo. La optimización de rutas con IA implica la recopilación y análisis de grandes volúmenes de datos, incluyendo información sobre tráfico, condiciones climáticas, restricciones legales y preferencias del cliente. Esto permite a las empresas seleccionar las rutas más eficientes y adaptarse a cambios en tiempo real, garantizando que los envíos lleguen a su destino de manera oportuna.

La implementación de IA en la logística no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también reduce costos asociados al transporte. Al identificar rutas más cortas y rápidas, las empresas pueden disminuir el consumo de combustible y los gastos de mantenimiento. Por ejemplo, empresas como Amazon y UPS han adoptado estas tecnologías para mejorar sus operaciones logísticas, lo que ha resultado en una mayor satisfacción del cliente (Cargo & Cargo, 2024). Además, la IA permite una mejor gestión de flotas, facilitando el monitoreo en tiempo real de vehículos y la identificación de aquellos que requieren mantenimiento o presentan irregularidades.

Otro aspecto importante es la predicción de la demanda, que ayuda a las empresas a anticipar patrones de carga y ajustar sus recursos logísticos en consecuencia. Esto evita sobrecargas y distribuye las entregas de manera más equilibrada (*Novocargo / Transitarios Internacionales, s. f.*). La capacidad de la IA para aprender continuamente a partir de nuevos datos también significa que los sistemas se vuelven más precisos con el tiempo, mejorando constantemente la toma de decisiones en la planificación de rutas.

En resumen, la inteligencia artificial está transformando la forma en que las empresas gestionan sus operaciones logísticas al optimizar rutas y modos de transporte. Las soluciones basadas en IA no solo permiten una planificación más eficiente, sino que también contribuyen a una logística más sostenible al reducir la huella de carbono asociada al transporte (Nvl, 2024c).

TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LA LOGÍSTICA INTERNACIONAL

Con su capacidad para analizar datos en tiempo real y adaptarse a condiciones cambiantes, la IA se ha convertido en una herramienta esencial para mejorar la competitividad en el sector logístico.

También, desde la implementación de inteligencia artificial (IA) en las empresas exportadoras colombianas se está transformando su eficiencia operativa y reduciendo costos, lo que a su vez fortalece su competitividad en el mercado global. La IA permite una optimización precisa de la cadena de suministro, analizando grandes volúmenes de datos para prever la demanda y ajustar los niveles de inventario, evitando así el exceso de stock y los costos asociados con el almacenamiento innecesario. Además, la automatización de procesos, como la gestión de almacenes y la planificación de rutas, no solo mejora la velocidad y precisión en las operaciones, sino que también reduce significativamente los errores humanos y los gastos operativos. (Castaño, 2024).

Los sistemas de IA facilitan el seguimiento en tiempo real de envíos y recursos, lo que permite a las empresas reaccionar rápidamente a imprevistos, como retrasos o cambios en la demanda. Esta capacidad de adaptación es crucial para mantener la agilidad operativa y satisfacer las expectativas del cliente. Asimismo, el uso de algoritmos avanzados para la asignación eficiente de recursos asegura que cada vehículo y conductor se utilice óptimamente, lo que minimiza costos adicionales y maximiza el rendimiento. En conjunto, estas estrategias no solo mejoran la rentabilidad, sino que también posicionan a las empresas colombianas como competidores más fuertes en un entorno global cada vez más exigente.

6.4.2. La IA identifica y gestiona riesgos potenciales en la logística internacional: La inteligencia artificial (IA) juega un papel crucial en la identificación y gestión de riesgos dentro de la logística internacional, especialmente en la detección de fraude, prevención de pérdidas y reducción de retrasos. Utilizando modelos predictivos y técnicas de machine learning, la IA analiza grandes volúmenes de datos para detectar transacciones sospechosas y comportamientos irregulares que podrían indicar fraude, como cambios no autorizados en los documentos de transporte o desviaciones de rutas. Además, mediante el uso de dispositivos IoT y sistemas de rastreo en tiempo real, la IA monitorea constantemente la ubicación y estado de las mercancías, lo

TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LA LOGÍSTICA INTERNACIONAL

que permite generar alertas preventivas ante posibles desvíos o condiciones peligrosas que podrían resultar en pérdidas.

El análisis predictivo impulsado por IA permite a las empresas prevenir fallas en los vehículos y en el equipo de transporte al identificar problemas potenciales antes de que ocurran, mediante el monitoreo de datos de sensores en tiempo real y el análisis de historial de mantenimiento. Esta práctica ayuda a programar reparaciones antes de una falla inminente, evitando interrupciones y minimizando el tiempo de inactividad en la cadena de suministro, lo cual es fundamental para evitar demoras costosas (Wstadmin, 2024). Para reducir retrasos, la IA optimiza las rutas de envío al considerar factores externos como clima, tráfico, y restricciones geopolíticas, ajustando las rutas en función de las condiciones en tiempo real. Esta tecnología también facilita la selección de socios logísticos mediante la evaluación del rendimiento de proveedores y transportistas, lo cual permite a las empresas identificar aquellos que ofrecen el mejor balance de costo y calidad. De este modo, las compañías pueden ajustar los niveles de inventario según la demanda esperada, evitando cuellos de botella (Bucher, 2022).

Finalmente, la implementación de la inteligencia artificial en la logística internacional ofrece múltiples beneficios para las empresas exportadoras colombianas. Al automatizar procesos, analizar datos en tiempo real y optimizar rutas, la IA permite una mayor eficiencia operativa y una reducción significativa de costos. La capacidad de predecir la demanda, gestionar riesgos y cumplir con regulaciones de manera más efectiva fortalece la competitividad de las empresas en el mercado global. Además, la IA mejora la trazabilidad de los envíos, lo que aumenta la transparencia y la confianza de los clientes. Para maximizar el potencial de la IA en la logística, las empresas exportadoras colombianas deben invertir en soluciones tecnológicas que permitan la automatización de procesos, el análisis predictivo de datos y la optimización de rutas. Es fundamental capacitar al personal en el uso de estas herramientas y fomentar una cultura de datos que permita tomar decisiones basadas en información precisa y en tiempo real. Además, se recomienda iniciar con proyectos piloto para evaluar el impacto de la IA en áreas específicas y establecer colaboraciones con expertos en el campo para diseñar soluciones personalizadas. Al

TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LA LOGÍSTICA INTERNACIONAL

adoptar estas prácticas, las empresas podrán mejorar significativamente su eficiencia, reducir costos y fortalecer su posición competitiva en el mercado global.

7 Discusión

7.1 Aspectos relevantes

La investigación destaca cómo la transformación digital ha incrementado la eficiencia de las empresas exportadoras colombianas, especialmente en la gestión de inventarios y la cadena de suministro, gracias al uso de inteligencia artificial (IA). La capacidad de la IA para analizar grandes volúmenes de datos en tiempo real ha permitido a estas empresas optimizar sus operaciones y responder de manera ágil a las fluctuaciones del mercado. Como resultado, no solo se ha logrado un control más eficiente de inventarios, sino también una reducción en los costos de almacenamiento y transporte, aspectos esenciales para las empresas que compiten en mercados internacionales.

Un hallazgo clave del estudio fue la implementación de sistemas más precisos para la previsión de demanda, que permiten anticipar periodos de alta demanda y momentos de baja actividad. Los algoritmos de IA integran datos de ventas pasadas, patrones de consumo, información climática y tendencias del mercado, ayudando a las empresas a ajustar sus estrategias logísticas. Esto contribuye no solo a mejorar la eficiencia operativa, sino también a evitar problemas como el exceso de inventario o la falta de existencias, retos comunes en empresas exportadoras que dependen de ciclos estacionales o condiciones externas impredecibles.

Además, las entrevistas realizadas a los responsables de logística mostraron que optimizar el uso del espacio en los almacenes es una prioridad para estas empresas. La IA no solo organiza los productos de manera eficiente, sino que también sugiere la disposición adecuada en función de la demanda y las características del producto, lo que facilita el acceso a los artículos más solicitados. Uno de los entrevistados comentó: "Organizamos el inventario por tallas y tipos de ropa, lo que nos permite agilizar los procesos de recepción en la bodega, optimizando el tiempo y mejorando la experiencia para nuestros clientes".

TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LA LOGÍSTICA INTERNACIONAL

En cuanto al apartado 1, el análisis sobre la mejora de los niveles de inventario y reducción de costos en empresas exportadoras colombianas, mediante la implementación de inteligencia artificial (IA), destaca cómo esta tecnología puede optimizar la gestión de la cadena de suministro. El estudio subraya la importancia de la IA en la previsión de la demanda, la automatización de tareas repetitivas, y la optimización de inventarios y costos de almacenamiento. Empresas exportadoras enfrentan desafíos en la gestión logística, pero herramientas como el aprendizaje automático pueden ayudar a mejorar la precisión en la planificación y reducir errores costosos. La IA no solo automatiza procesos, sino que también mejora la eficiencia operativa, como se ha demostrado en compañías como Nike, Zara y Adidas, quienes ya han implementado IA exitosamente. Sin embargo, las empresas colombianas deben superar barreras como el costo inicial, la seguridad de datos y la resistencia al cambio para aprovechar sus beneficios. A largo plazo, la IA permitirá a las empresas exportadoras ser más competitivas a nivel global.

Por otro lado, en el apartado 2 se habla sobre como la implementación de la inteligencia artificial (IA) en la cadena de suministro mejora la eficiencia operativa al optimizar la planificación de la producción, la gestión de inventarios y la logística de distribución. La IA permite prever la demanda con mayor precisión, lo que evita exceso o escasez de inventario y automatiza el reabastecimiento, mientras que optimiza el uso del espacio en almacenes. Además, al analizar datos en tiempo real, la IA optimiza las rutas de transporte, reduce costos logísticos y mejora la coordinación entre proveedores, fabricantes y distribuidores. Empresas como Textiles Doria, Coltejer y Fabricato han experimentado mejoras significativas en sus operaciones, logrando mayor competitividad y satisfacción del cliente. Para adoptar con éxito la IA, las empresas deben invertir en capacitación, colaboración con expertos y fomentar una cultura de innovación.

Y, por último, el apartado 3 explica como la inteligencia artificial (IA) en la logística internacional mejora la competitividad de las empresas exportadoras colombianas al automatizar procesos aduaneros, optimizar rutas y gestionar riesgos. Su uso permite una mayor eficiencia operativa al reducir tiempos y costos mediante análisis predictivos y automatización de documentación, facilitando el cumplimiento normativo. Además, la IA identifica riesgos potenciales, prevé la demanda y mejora la trazabilidad de los envíos, aumentando la satisfacción

TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LA LOGÍSTICA INTERNACIONAL

del cliente. Para integrarla con éxito, las empresas deben invertir en capacitación, automatización y proyectos piloto, lo que fortalece su posición en un mercado global exigente.

7.2. Revisión de la literatura

La revisión de la literatura respalda de manera sólida el papel de la IA en la optimización de la cadena de suministro. Estudios recientes muestran cómo las tecnologías de IA están revolucionando la gestión logística en todo el mundo. Autores como PredictLand AI (2024) señalan que los algoritmos de aprendizaje automático permiten no solo prever la demanda, sino también mejorar la planificación de la producción al analizar variables complejas como el comportamiento de los consumidores, los precios del mercado y las condiciones logísticas, elementos esenciales para mantener una ventaja competitiva.

Otro aspecto crucial discutido en la literatura es la capacidad de la IA para automatizar procesos clave, como la selección de proveedores, la gestión de rutas y el despacho aduanero. Estudios de casos de empresas como Nike y Zara demuestran cómo estas marcas han implementado IA para agilizar sus operaciones, reducir costos y personalizar sus productos. Estas herramientas permiten a las empresas responder más rápidamente a cambios en la demanda y adaptarse a fluctuaciones del mercado global, lo que resulta en una mayor satisfacción del cliente y en una ventaja competitiva frente a sus rivales. La literatura aborda la capacidad de la IA para automatizar tareas repetitivas y administrativas, como la entrada de datos y la gestión de inventarios. Según Gada-I (2022), el uso de tecnologías como el procesamiento inteligente de documentos (IDP) ayuda a extraer y validar datos de documentos aduaneros, minimizando errores y acelerando el despacho de mercancías. Este tipo de automatización no solo reduce el tiempo de gestión manual, sino que mejora la precisión y eficiencia en el proceso aduanero, un área tradicionalmente burocrática y lenta (Mjgutierrez, 2022).

Sin embargo, algunos estudios también señalan limitaciones en la adopción de estas tecnologías. En mercados emergentes como el colombiano, la infraestructura tecnológica y la capacitación del personal son barreras importantes para la implementación efectiva de IA. Mientras que grandes empresas globales ya han integrado completamente estas herramientas, muchas

TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LA LOGÍSTICA INTERNACIONAL

empresas exportadoras colombianas todavía están en las primeras fases de su transformación digital, lo que limita su capacidad para competir de manera eficiente en el mercado internacional

8 Conclusiones

Las empresas exportadoras colombianas han logrado mejorar notablemente su eficiencia operativa mediante la implementación de tecnologías de inteligencia artificial (IA) en la gestión de inventarios y la cadena de suministro. Estas herramientas avanzadas permiten un control más preciso de los niveles de inventario, optimizando tanto los costos como los tiempos de respuesta. Sin embargo, a pesar de estos avances, las organizaciones todavía enfrentan desafíos relacionados con la infraestructura tecnológica y la resistencia al cambio en la adopción de nuevas herramientas. Para superar estas barreras, es esencial adoptar un enfoque estratégico que promueva la integración efectiva de la IA en sus operaciones.

El uso de inteligencia artificial permite prever la demanda de manera más efectiva, lo que facilita el ajuste dinámico de los niveles de inventario. Esta capacidad se traduce en una mayor competitividad para las empresas en los mercados internacionales. Además, la optimización de rutas y la reducción de costos de transporte son áreas críticas que pueden beneficiarse de la IA, mejorando así la logística internacional de las empresas exportadoras colombianas. Estas mejoras no solo incrementan la eficiencia, sino que también posicionan a las empresas para responder ágilmente a las exigencias del mercado global.

La inteligencia artificial se proyecta como un pilar fundamental en la logística del futuro, facilitando no solo la eficiencia operativa, sino también la toma de decisiones basada en datos. Este enfoque analítico permitirá a las empresas colombianas mantenerse al día con las cambiantes demandas del mercado global. Al adoptar la IA como una herramienta central en sus operaciones logísticas, las empresas no solo optimizarán sus procesos, sino que también fortalecerán su capacidad para innovar y competir en un entorno internacional cada vez más complejo.

9 Recomendaciones

Para futuras investigaciones sobre el papel de la inteligencia artificial (IA) en la logística y las cadenas de suministro de las empresas exportadoras colombianas, se podrían considerar las siguientes recomendaciones:

- **Explorar la sostenibilidad de la logística:** Si bien se ha demostrado que la IA agiliza los procesos y reduce los costos, las investigaciones futuras pueden centrarse en cómo estas tecnologías pueden ayudar a permitir prácticas más sostenibles. Este enfoque podría incluir investigaciones sobre la reducción de las emisiones del transporte y el uso eficiente de los recursos.
- **Adaptación en tiempos de crisis:** Analice cómo la inteligencia artificial puede mejorar la agilidad de la cadena de suministro durante una crisis global o fluctuaciones económicas inesperadas. Se recomienda explorar formas de mejorar la resiliencia de las empresas exportadoras colombianas ante cambios dramáticos, como la introducción de inteligencia artificial para el pronóstico de la demanda en entornos volátiles.
- **Impacto de la IA en las pequeñas y medianas empresas (PYME):** para las PYME, adoptar la IA puede resultar costoso y desafiante. La investigación futura podría centrarse en el desarrollo de modelos de implementación escalables y asequibles. Y examinar el impacto económico de la inteligencia artificial en estas empresas exportadoras.
- **Automatización de documentos y cumplimiento de requisitos reglamentarios:** Continuar explorando el uso de inteligencia artificial para agilizar la documentación y garantizar el cumplimiento aduanero. Esto puede incluir el análisis de los beneficios específicos de tecnologías como el Procesamiento Inteligente de Documentos (IDP), que pueden ayudar a evitar errores y simplificar los procedimientos.

TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LA LOGÍSTICA INTERNACIONAL

- **Capacitación y Cultura de Datos:** Conozca las estrategias más efectivas para capacitar a los empleados en IA y desarrollar una cultura de datos. A medida que la tecnología de IA continúa evolucionando, comprender cómo mejorar la adaptabilidad de la fuerza laboral puede ser fundamental para maximizar los beneficios operativos de la IA en la logística internacional.

Referencias

- AECOC. (2021, 25 agosto). *Zara apuesta por la Inteligencia Artificial*. <https://www.aecoc.es/innovation-hub-noticias/zara-apuesta-por-la-inteligencia-artificial-el-big-data-la-analitica-avanzada-y-las-inversiones/>
- Arilla, S. (2024, 21 marzo). *Cómo optimizar tu almacén con Inteligencia Artificial | SCM Logística Barcelona*. SCM Logística Barcelona. <https://www.scmlogistica.es/inteligencia-artificial-en-el-sector-del-almacenamiento/>
- Audisio, F. (2021, 24 agosto). *Reabastecimiento automatizado con Robots autonomos*. Borealtech. <https://borealtech.com/reabastecimiento-automatizado-con-robots-autonomos/>
- Ai, P. (2024, 20 julio). *Previsión de demanda impulsada por inteligencia artificial - PredictLand AI*. PredictLand AI. <https://www.predictland.com/blog/prevision-de-la-demanda-impulsada-por-la-inteligencia-artificial/>
- *Analítica de IA*. (s. f.). www.cognizant.com. <https://www.cognizant.com/es/es/glossary/ai-analytics>
- Anywhere, A. (2022, 4 octubre). *Document Automation con IA: Procesa documentos a escala*. Automation Anywhere. <https://www.automationanywhere.com/la/products/document-automation>
- Cargo, A., & Cargo, A. (2024, 20 septiembre). *Uso de Inteligencia Artificial en la Optimización de Rutas de Transporte*. *Aliadas cargo - My WordPress Blog*. <https://aliadascargo.com/uso-de-inteligencia-artificial-ia-en-la-optimizacion-de-rutas-de-transporte/>
- Colombia, D. L., & Colombia, D. (2021, 7 marzo). *Transporte internacional de fuentes radioactivas*. Dietrich Logistics Colombia - Transporte Internacional de Carga, Mudanzas Internacionales, Menajes Internacionales, Courier Internacional, Agenciamiento Aduanero, Servicios Logísticos Colombia, Transporte Marítimo, Transporte Aéreo. <https://www.dietrich-logistics.com.co/es/blog/inteligencia-artificial-y-logistica>
- Castaño, V. (2024, 8 agosto). *6 Estrategias Efectivas para Reducir Costos en Importaciones*. Finkargo. <https://www.finkargo.com/blog/como-reducir-costos-en-importaciones/>

TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LA LOGÍSTICA INTERNACIONAL

- *Cadena de suministro: definición, áreas clave y estrategias de optimización.* (s. f.). <https://blog.toyota-forklifts.es/cadena-suministro-que-es-como-optimizarla>
- Futura, E. (s. f.). *Cómo la IA está ayudando a adidas a impulsar su juego de marketing por correo electrónico personalizado.* <https://discover.egafutura.com/como-la-ia-esta-ayudando-a-adidas-a-impulsar-su-juego-de-marketing-por-correo-electronico-personalizado/>
- *How Predictive Analytics Is Preventing Service Failures for 3PLs.* (s. f.). <https://www.supplychainbrain.com/blogs/1-think-tank/post/34774-how-predictive-analytics-can-prevent-service-failures-in-transportation>
- Inova. (2024, 18 septiembre). *IA y logística: Un enfoque integral en la gestión de stocks.* Inova. <https://inovalabs.es/es/ia-y-logistica-un-enfoque-integral-en-la-gestion-de-stock>
- Ibm. (2024, 17 junio). *Machine Learning. Machine.* <https://www.ibm.com/mx-es/topics/machine-learning>
- *Inteligencia artificial en la gestión documental - GADA-I: Gestión documental con IA en tu archivo digital.* (s. f.). GADA-i: La IA En Tu Gestión de Archivo Digital. <https://www.gada-i.com/blog/gestion-documental/inteligencia-artificial-en-la-gestion-documental/>
- Lopez, J., & Lopez, J. (2024, 6 abril). *IA en la logística: Optimización de la cadena de suministro.* CulturaAI. <https://culturaai.com/ia-en-la-logistica/>
- Modaes. (2023, 25 octubre). *H&M se suma a la apuesta por la IA en el diseño con una plataforma abierta al público.* Modaes. <https://www.modaes.com/empresa/hm-se-suma-a-la-apuesta-por-la-ia-en-el-diseno-con-una-plataforma-abierta-al-publico>
- Marketing SCM. (2023, 10 julio). *Qué es la cadena de suministro y cuáles son sus fases / SCM Logística Barcelona.* SCM Logística Barcelona. <https://www.scmlogistica.es/supply-chain-que-es-la-cadena-de-suministro-y-cuales-son-sus-fases/>
- Mjgutierrez. (2022, 21 diciembre). *¿Cuáles son las etapas del proceso de exportación? / Noatum.* Global. <https://www.noatumlogistics.com/es/cuales-son-las-etapas-del-proceso-de-exportacion/>

TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LA LOGÍSTICA INTERNACIONAL

- *Machine learning: el futuro de la inteligencia | Definición, tipos y ejemplos | SAP.* (s. f.). SAP. <https://www.sap.com/latinamerica/products/artificial-intelligence/what-is-machine-learning.html>
- Nvl. (2024, 10 julio). *Cadena de suministro o supply chain: claves.* AR Racking S.A.U. <https://www.ar-racking.com/co/blog/cadena-de-suministro-o-supply-chain-que-es-y-caracteristicas/>
- *Novocargo | Transitarios Internacionales.* (s. f.). Novocargo. <https://www.novocargo.com/>
- *Nike by you.* (s. f.). Nike.com. <https://www.nike.com/us/es/nike-by-you>
- News Center Microsoft Latinoamérica. (2024, 18 junio). *El 82% de las grandes empresas colombianas incrementará su presupuesto de IA en los próximos dos años, según un estudio de Microsoft - News Center Latinoamérica.* News Center Latinoamérica. <https://news.microsoft.com/es-xl/el-82-de-las-grandes-empresas-colombianas-incrementara-su-presupuesto-de-ia-en-los-proximos-dos-anos-segun-un-estudio-de-microsoft/>
- *Optimización logística con IA: Mejorando la eficiencia del transporte y la logística.* (s. f.). Novocargo. <https://www.novocargo.com/optimizacion-logistica-con-ia/>
- *Páginas - Trámites aduaneros.* (s. f.). <https://www.dian.gov.co/tramitesservicios/tramites-y-servicios/Paginas/tramites-aduaneros.aspx>
- Poleo, F. A., & Poleo, F. A. (2024, 1 marzo). *Automatización del procesamiento de documentos con IA: redefine la eficiencia.* DANAconnect. <https://es.danaconnect.com/la-automatizacion-del-procesamiento-de-documentos-redefiniendo-lo-que-significa-ser-eficiente/>
- Risco, C. (2024, 18 junio). *10 beneficios de utilizar la IA en la gestión de almacenes.* <https://blog.chazki.com/10-beneficios-de-utilizar-la-ia-en-la-gesti%C3%B3n-de-almacenes>
- *Soluciones de almacenamiento de IA que optimizan los flujos de trabajo | Pure Storage.* (s. f.). <https://www.purestorage.com/es/solutions/ai.html>
- Torres, A. R. (2024, 19 abril). *Así elaboró Nike los primeros tenis deportivos con inteligencia artificial y creatividad.* *Diario la República.*

TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LA LOGÍSTICA INTERNACIONAL

<https://www.larepublica.co/internet-economy/asi-elaboro-nike-los-primeros-tenis-deportivos-con-inteligencia-artificial-y-creatividad-3844771>

- Webwaotec. (2024, 26 marzo). Claves de la planificación de la cadena de suministro. *WAU Technologies*. <https://wautechnologies.com/noticias/planificacion-de-la-cadena-de-suministro/>
- Wstadmin. (2024, 23 mayo). *Predictive Analysis: Mitigating Service Failures in the Supply Chain*. Kenco Group. <https://kencogroup.com/blog/predictive-analytics-prevents-service-failures-in-transportation-management/>

Anexos

Anexo 1. Entrevista

<p>¿Qué sistemas o herramientas utilizan actualmente para gestionar sus inventarios? Y ¿Cómo clasifican y organizan físicamente sus inventarios?</p>	<p>Entrevistado 1 “Lo hacemos por medio de una hoja de cálculo que está conectada con la plataforma Shopee por la cual vendemos todos nuestros productos y donde se maneja el inventario digital y por medio de shopee se actualiza la hoja de cálculo donde se determina cuantos pedidos se deben hacer para la siguiente exportación, se organizan en una bodega en Canadá donde cuando llega la ropa, inmediatamente se registra en la hoja de cálculo para que posteriormente el cliente puede adquirir los productos; El inventario se organiza por tallas y por tipo de ropa (Buzos, pantalonetas, camisas, gorras y pantalones), lo que permite tener una organización efectiva a la hora de recibir la exportación en Canadá”</p>
<p>¿Cómo seleccionan y evalúan a sus proveedores de transporte? ¿Qué tan confiables son sus servicios?</p>	<p>Entrevistado 1 “El proveedor se eligió gracias a que participamos en un concurso en Canadá llamado Leap Junction donde nos ganamos 5.000 dólares de inversión directa y aparte de eso nos ganamos un beneficio de un 70% de descuento en la empresa DHL para ser el transportador principal. Los servicios con la empresa de transporte siempre han sido muy efectivos, nunca se ha tenido un retraso en el tiempo de los envíos, las fechas estipuladas se manejan adecuadamente a no ser que una eventualidad externa que afecte a la empresa de transporte directamente, pero por el momento no se han tenido percances con los servicios lo que los hace muy confiables, para que esto se de nosotros mismos somos los encargados de recoger la mercancía, donde se transporta directamente a la bodega de la empresa, también nosotros</p>

TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LA LOGÍSTICA INTERNACIONAL

	somos los encargados de hacer los envíos al cliente final”
¿Qué beneficios creen que les podría aportar la IA en términos de precisión de pronósticos, optimización de inventarios, reducción de costos, etc.?	Entrevistado 1 “Los beneficios que nos podría traer la IA en cuanto a la precisión de pronósticos climáticos anticipando posibles retrasos y tiempo estimado de llegada de la mercancía; Por parte de la optimización de inventarios ayudaría a tener un control en el stock y desabastecimiento, lo que eliminaría la revisión diaria o cada dos días de la mercancía que actualmente se usa para saber las cantidades exactas”
¿Qué tan importante considera que será la IA en el futuro de la logística y la cadena de suministro en el sector exportador colombiano?	Entrevistado 2 “Considero que la IA va a ser una herramienta muy efectiva en un futuro pero en un mediano y largo plazo puesto que en el corto plazo contamos con herramientas automatizadas que igual cumplen con su función, luego a medida de que se vaya desarrollando más la inteligencia artificial, van a surgir nuevas herramientas de optimización muy útiles que no están en el ámbito exportador colombiano como lo son las herramientas de restok, el manejo de mercancía defectuosa, también pienso que en temas climáticos será muy importante para evaluar el momento indicado del envío y también generar un análisis más avanzado de tendencias de mercado, nicho de mercado de manera que esto se vaya renovando con nuevas reseñas y expectativa del mercado de los clientes en específico”
¿Cuáles son los principales desafíos que enfrentan en la gestión de inventarios? ¿Cómo impacta esto en la eficiencia de sus operaciones?	Entrevistado 2 “Los principales desafíos que presenta la gestión de los inventarios es cuando ya se tienen unos inventarios demasiado grandes, en el más mínimo error en la contabilidad tanto financiera como de mercancías, puede representar un costo tanto en el tiempo como en lo monetario, entonces creo que la IA en este sentido puede ayudar, ya que los envíos de

TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LA LOGÍSTICA INTERNACIONAL

	inventarios empiezan a ser muy tediosos cuando las cantidades de envíos superan la cantidad de trabajadores disponibles, también depende de las temporadas, la demanda y del cambio en tendencias, entonces es algo que también afecta a los inventarios, que tanto afecta respecto al mercado
¿Qué factores consideran al planificar rutas (por ejemplo, distancia, tráfico, condiciones climáticas)?	Entrevistado 2 “Se consideran dos temas principalmente los cuales son la distancia y el precio de las cuales derivan rutas y tiempos de envío”
¿Qué barreras o preocupaciones tiene con respecto a la implementación de IA (por ejemplo, costos, seguridad de datos, resistencia al cambio)?	Entrevistado 1 “Respecto a barreras se podría ver desde el tema de la implementación, sería un poco lenta debido a la estandarización y el monopolio en temas de envío, ya que se tiene una metodología que vienen trabajando empresas muy antiguas hace muchos años, lo cual haría difícil la adaptación a corto plazo; Por el lado de las preocupaciones, la seguridad informática se enfrentaría a desafíos desconocidos al implementar estas nuevas tecnologías, ya que sería más fácil de cierta acceder a la información”
¿Considera que la adopción de IA será clave para mantener la competitividad de las empresas exportadoras colombianas en el mercado global?	Entrevistado 1 “Claramente si, ya que va a ser un requisito mínimo para mantener la competitividad debido a que va a acelerar muchos procesos logísticos, como la revisión de mercancías y aprobación de documentos, procesos que hoy en día toman mucho tiempo y necesitan de muchos actores llevarse a cabo, por lo que las empresas que no implementen estas tecnologías quedaran atrás en temas de efectividad y cumplimientos en las entregas

Anexo 2. Entrevista

¿De qué manera la IA ha cambiado las metodologías tradicionales para la previsión de demanda en la logística internacional?	Entrevistado 1 “La IA se está usando hoy en día en la logística para mejorar los modelos de previsión y proyección de la demanda ya existentes en los que tradicionalmente se usaban metodologías
---	--

TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LA LOGÍSTICA INTERNACIONAL

	de cálculos lógicos y estadísticos, mientras que la IA cambian y buscan mejores parámetros para entrenar estos modelos logrando generar mejores predicciones y modelos, y si es como ha ayudado la IA al sector”
¿Qué ventajas específicas ofrece la IA en comparación con los sistemas tradicionales en cuanto a la optimización de los recursos logísticos?	Entrevistado 1 “La inteligencia artificial revoluciona la logística al permitir un análisis de datos más profundo y preciso en tiempo real, lo que resulta en una toma de decisiones más ágil y eficaz. Al automatizar tareas, optimizar rutas, predecir la demanda y personalizar la experiencia del cliente, la IA aumenta significativamente la eficiencia operativa, reduce costos y mejora la competitividad de las empresas. Además, el mantenimiento predictivo y la detección temprana de anomalías garantizan una mayor fiabilidad y seguridad en las operaciones logísticas.”

Anexo 3. Entrevista

¿Está familiarizado con el uso de inteligencia artificial y análisis predictivo en la optimización de rutas y modos de transporte? ¿Qué tan importante considera esta tecnología para su operación logística?	Entrevistado 2 “Se está familiarizado con el análisis predictivo donde se utiliza para darle un peso a cada ruta y a partir de esto se escoge la ruta más rápida y corta, de manera que la inteligencia artificial tiene la capacidad de hacer estos modelos más rápidos y en el menor tiempo”
---	---

