

**Análisis del impacto de las TIC's en la administración y control de inventarios en una cadena de suministros**

Carlos Andrés Salgado Restrepo

Daniela Peinado Quiroz

Asesor

Rodolfo Enrique Silvera Escudero

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencia Tecnología e Ingeniería (ECBTI)

Especialización en Gerencia de Procesos Logísticos en Redes de Valor

2025

## Resumen

La presente monografía tiene como objetivo analizar el impacto de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en los procesos de administración y control de inventarios en el contexto de las cadenas de suministro, estudio desarrollado bajo un enfoque cualitativo, con diseño descriptivo-explicativo y metodología de estudio de caso, estructurado en cuatro fases: planeación y diseño metodológico, recolección de información documental y empírica, análisis interpretativo de resultados, y socialización de hallazgos. Se aplicaron instrumentos como guías de entrevista semiestructurada, formatos de análisis documental y fichas de observación no participante, lo que permitió una triangulación metodológica y una interpretación profunda del fenómeno investigado, así mismo, se analizaron diversos casos de éxito en sectores como retail, farmacéutico, alimentario y automotriz, los cuales evidencian que el éxito en la implementación de TIC no solo depende de la tecnología utilizada, sino también de la alineación estratégica con los objetivos organizacionales, la gestión del cambio, y la preparación del talento humano. La sistematización de buenas prácticas permitió elaborar una base de orientaciones aplicables a diversos contextos productivos; Las TIC representan un pilar fundamental para la modernización de la gestión de inventarios en las organizaciones. Su adopción efectiva requiere de un enfoque integral que combine tecnología, estrategia, cultura organizacional y formación continua. Esta investigación contribuye al conocimiento académico y profesional sobre la transformación digital en la logística, ofreciendo aportes teóricos y prácticos para mejorar la eficiencia y sostenibilidad de las cadenas de suministro.

***Palabras claves:*** Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), gestión de inventarios, cadena de suministro, Logística 4.0.

## Abstract

This monograph aims to analyze the impact of Information and Communication Technologies (ICT) on inventory management and control processes within the context of supply chains. The study was developed under a qualitative approach, with a descriptive–explanatory design and a case study methodology, structured into four phases: planning and methodological design, collection of documentary and empirical information, interpretative analysis of results, and dissemination of findings. Instruments such as semi-structured interview guides, documentary analysis formats, and non-participant observation records were applied, allowing for methodological triangulation and an in-depth interpretation of the phenomenon under study. Likewise, various success cases in sectors such as retail, pharmaceutical, food, and automotive were analyzed, which show that success in the implementation of ICT depends not only on the technology used, but also on strategic alignment with organizational objectives, change management, and the preparedness of human talent. The systematization of best practices made it possible to develop a set of guidelines applicable to diverse productive contexts. ICTs represent a fundamental pillar for the modernization of inventory management in organizations. Their effective adoption requires a comprehensive approach that combines technology, strategy, organizational culture, and continuous training. This research contributes to academic and professional knowledge on digital transformation in logistics, offering theoretical and practical insights to improve the efficiency and sustainability of supply chains.

**Keywords:** Information and Communication Technologies (ICT), inventory management, supply chain, Logistics 4.0.

## Tabla de Contenido

Introducción .....	8
Justificación .....	10
Planteamiento del Problema .....	11
Pregunta de Investigación.....	16
Objetivos.....	17
Objetivo General.....	17
Objetivos Específicos.....	17
Marco Referencial.....	18
Estado del Arte.....	18
Enfoque Local.....	22
Enfoque Internacional.....	25
Tendencias Globales .....	31
Síntesis Comparativa Nacional–Internacional.....	34
Investigaciones Previas.....	35
Tendencias Actuales en la Administración de Inventarios con TIC.....	38
Evolución Histórica de las TIC en la Gestión de Inventarios.....	38
Marco Contextual.....	77
Importancia de la Gestión de Inventarios en la Cadena de Suministro .....	78

Implementación de Tic en Empresas de la Cadena de Suministro .....	78
Desafíos y Barreras en la Adopción de TIC .....	79
Factores Fundamentales en el Impacto de las TIC'S sobre la Administración y Control de Inventarios.....	82
Conceptualización.....	85
Metodología .....	96
Enfoque Metodológico Cualitativo con Diseño de Estudio de Caso.....	96
Fases del Desarrollo del Proyecto.....	97
Desarrollo y Análisis de Resultados .....	117
Casos de Estudio.....	119
Observación No Participativa .....	131
Encuesta a actores del sector logístico.....	139
Conclusiones .....	150
Recomendaciones .....	158
Referencias.....	165

## Lista de Tablas

**Tabla 1** Comparativo Evolución histórica de las TICS en la Gestión de inventario 76

**Tabla 2** Síntesis Comparativa (Nacional, Latam e Internacional) ..... 130

## Lista de Figuras

<b>Figura. 1</b> Diagrama Representativo de La Ruta Metodológica .....	116
<b>Figura. 2.</b> Porcentaje del nivel de adopción de TICs .....	141
<b>Figura. 3.</b> Escala de integración entre sistemas .....	142
<b>Figura. 4.</b> Grado de automatización de procesos .....	142
<b>Figura. 5.</b> Actualización en tiempo real de datos de inventario.....	143
<b>Figura. 6.</b> Reducción de tiempos de inventario tras implementación .....	144

## Introducción

Globalmente la transformación digital ha redefinido las dinámicas de las cadenas de suministro, impulsando a las organizaciones a integrar tecnologías de la información y la comunicación (TIC) como parte esencial de sus estrategias logísticas. Este contexto mundial caracterizado por cadenas de suministro altamente interconectadas, variabilidad en la demanda, ciclos de producción ajustados y presiones crecientes derivadas de la globalización, exige una mayor capacidad de respuesta, eficiencia y precisión en la administración de los recursos logísticos. En este sentido, la adopción de TIC no solo se percibe como una herramienta de soporte operativo, sino como un factor clave de competitividad que permite generar ventajas sostenibles en mercados cada vez más dinámicos.

En el caso de Colombia, la logística ha adquirido un papel estratégico en el desarrollo económico, especialmente por su impacto en la competitividad empresarial y en la integración del país a los mercados internacionales. No obstante, a pesar de los avances en infraestructura, normatividad y adopción tecnológica, aún persisten limitaciones que dificultan la plena incorporación de soluciones digitales en la gestión de inventarios, particularmente en las pequeñas y medianas empresas (PYMES). Factores como la falta de una estrategia clara, la escasa formación del personal, los altos costos iniciales de inversión y la resistencia al cambio continúan siendo barreras que limitan la implementación efectiva de herramientas tecnológicas.

En el ámbito local, la región Caribe colombiana enfrenta desafíos logísticos adicionales debido a la dispersión geográfica, la dependencia de nodos portuarios, la heterogeneidad empresarial y las condiciones socioeconómicas propias de la zona. Estas características hacen que la adopción de TIC en la administración de inventarios cobre una relevancia especial, pues no solo contribuye a mejorar la eficiencia de las cadenas de suministro locales, sino que también

fortalece la competitividad regional y la capacidad de las empresas para insertarse en dinámicas comerciales nacionales e internacionales.

En este panorama, la gestión de inventarios se reconoce como uno de los procesos críticos que más se ha beneficiado del uso de TIC. Herramientas como los sistemas WMS, ERP, códigos de barras y RFID han revolucionado las prácticas tradicionales de control, permitiendo automatizar registros, mejorar la visibilidad del inventario, reducir errores humanos y tomar decisiones basadas en datos. Sin embargo, su adopción efectiva no depende únicamente de factores técnicos o tecnológicos, sino también de aspectos organizacionales, culturales y humanos que influyen en el éxito o fracaso de estos procesos de transformación.

Esta monografía surge con el propósito de explorar el impacto de las TIC en la gestión de inventarios dentro de cadenas de suministro, analizando tanto sus beneficios como sus limitaciones, e identificando casos de éxito y buenas prácticas que sirvan de referente para futuras implementaciones. Mediante un enfoque cualitativo y el uso del diseño de estudio de caso, se pretende presentar información útil y contextualizada, que permita identificar cómo estas tecnologías están siendo integradas en diferentes sectores económicos, y qué condiciones deben darse para asegurar su efectividad.

En esta investigación se presentan tres propósitos específicos: examinar las tecnologías TIC aplicables a la gestión de inventarios, identificar los beneficios y retos de su implementación en las organizaciones, y analizar casos de éxito que destaquen lecciones aprendidas y mejores prácticas. La información obtenida permitirá a tomadores de decisiones, académicos y profesionales del área logística contar con una base analítica para orientar sus estrategias de transformación digital en el ámbito de la gestión de inventarios

## Justificación

En la actualidad, las organizaciones se enfrentan a un entorno altamente competitivo, caracterizado por la globalización de los mercados, la aceleración tecnológica y la creciente exigencia de los clientes por servicios más rápidos, eficientes y personalizados. En este contexto, la gestión de inventarios se consolida como un componente estratégico de la cadena de suministro, dado que su desempeño influye directamente en los costos operativos, la disponibilidad de productos y el nivel de servicio al cliente (Chopra & Meindl, 2022; Christopher, 2016). Una administración eficiente de los inventarios permite reducir pérdidas, mejorar la planificación de la demanda y garantizar la continuidad operativa de las organizaciones, contribuyendo de manera significativa a la competitividad y sostenibilidad empresarial (Heizer, 2023).

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) se han consolidado como herramientas fundamentales para transformar los procesos logísticos tradicionales, aportando soluciones que facilitan el control, la trazabilidad y la toma de decisiones basadas en datos. Rizzi (2023) plantea que sistemas como WMS (Warehouse Management System), ERP (Enterprise Resource Planning) y RFID (Radio Frequency Identification), ofrecen la posibilidad de automatizar tareas, eliminar errores manuales y optimizar el flujo de información en tiempo real. Sin embargo, a pesar de su potencial transformador, muchas organizaciones en especial las pequeñas y medianas empresas continúan enfrentando barreras significativas para la implementación efectiva de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en sus procesos logísticos, tales como la falta de capacidades técnicas especializadas, la resistencia organizacional al cambio y las restricciones presupuestarias para la inversión en infraestructura digital (OECD, 2023; Khin & Ho, 2019).

En este sentido, la presente investigación se justifica por la necesidad de comprender, desde un enfoque cualitativo, cómo las TIC están siendo adoptadas en los procesos de gestión de inventarios, cuáles son los beneficios que aportan, qué desafíos limitan su implementación y qué condiciones organizacionales y estratégicas favorecen su éxito. Este análisis resulta pertinente no solo desde una perspectiva académica, sino también práctica, ya que permite identificar buenas prácticas, sistematizar lecciones aprendidas y ofrecer orientaciones útiles para la toma de decisiones en organizaciones que se encuentran en procesos de transformación digital dentro del ámbito logístico (Verhoef, 2021; Dubey, 2020).

Asimismo, el estudio contribuye al fortalecimiento del conocimiento sobre la interacción entre tecnología y gestión empresarial, alineándose con las dinámicas contemporáneas de innovación, sostenibilidad y mejora continua que caracterizan a las cadenas de suministro modernas. En este sentido, la investigación se constituye en un aporte relevante tanto para la literatura especializada como para el diseño de estrategias organizacionales orientadas a la eficiencia operativa, la digitalización de procesos y el fortalecimiento de la competitividad empresarial (Bag & Gupta, 2021).

## **Planteamiento del Problema**

Cómo primera apreciación se concibe logística según lo descrito por Calatayud & Montes (2021):

La logística, entendida como el conjunto de procesos de planificación, implementación y control que aseguran un flujo eficiente de bienes, servicios e información a lo largo de la cadena de suministro, cumple un papel clave en la economía. Dado que los insumos, los

nodos de producción y los mercados de consumo se encuentran distribuidos en el espacio, la logística permite superar la fricción de la distancia y crear convergencia espacial entre la oferta y la demanda (pág. 1).

Es importante entender que, para el contexto de una cadena de suministros, la administración y control de inventarios representan un rol fundamental para garantizar el éxito operativo y financiero de una red de valor.

En la obra de Becerra González & Pedroza Barreto (2017) se expresa lo siguiente:

Hoy en día para que una empresa sea exitosa debe contar con el apoyo de las tecnologías de información y la comunicación (TIC'S); son un factor clave en el desarrollo empresarial, en su continua evolución; han pasado de ser una herramienta de trabajo, a ser estratégicas y competitivas, llegando a generar nuevos modelos de negocios (pág. 2).

Sin embargo, muchas organizaciones en diversos países enfrentan desafíos significativos en este ámbito debido a la carencia de herramientas eficientes y la falta de procesos adecuados, “los diferentes sectores económicos, productivos, comerciales y sociales, se ven frenados por deficiencias logísticas en la operación de sus procesos, lo cual es avalado con estudios de caso en diversas publicaciones científicas y es temática frecuente” (Acevedo Urquiaga, Sablón Cossío, & Acevedo Suárez, 2019, pág. 1).

Acevedo Urquiaga, Sablón Cossío, & Acevedo Suárez (2019) también plantean:

Por otra parte, las empresas y organizaciones se enfrentan en la actualidad a múltiples retos frente a las variables y crecientes demandas de los clientes, la globalización y los avances tecnológicos; por lo que es imprescindible adoptar enfoques que contribuyan a elevar la competitividad de estas. A partir de la realización de análisis empíricos y

estadísticos es posible demostrar que uno de los componentes fundamentales para mejorar la competitividad de la economía de un país, es precisamente el desarrollo de la logística. (pág. 1).

En la actualidad, muchas empresas y cadenas de valor aún siguen gestionando sus inventarios de forma manual o con sistemas rudimentarios y obsoletos, lo que se traduce en diversos problemas operativos como:

**Visibilidad limitada del inventario:** La dificultad para conocer el nivel de existencias en tiempo real continúa siendo una problemática relevante en la gestión de inventarios, ya que puede derivar tanto en rupturas de stock como en excesos de inventario, afectando negativamente la satisfacción del cliente y elevando los costos operativos. Según la investigación sobre cadenas de suministro digitales, la falta de visibilidad integral a lo largo de la cadena impide una respuesta rápida a la demanda y reduce la precisión en la planificación, lo que puede generar ineficiencias operativas y mayores costos de inventario (Lavelle & Ruane, 2025).

Asimismo, aunque un número significativo de organizaciones reconoce la importancia de la analítica avanzada y tecnologías emergentes para mejorar la gestión de inventarios y prever la demanda, persiste una brecha considerable entre esa intención estratégica y la implementación efectiva de estas soluciones. Una encuesta reciente de Gartner reveló que sólo un porcentaje limitado de organizaciones ha integrado plenamente capacidades tecnológicas avanzadas como visibilidad en tiempo real, inteligencia artificial y analítica predictiva en sus estrategias de cadena de suministro, evidenciando desafíos en madurez digital y adopción tecnológica (Lavelle & Ruane, 2025).

Falencias de Control: Las inconsistencias en el registro de entradas y salidas de productos constituyen una debilidad crítica en la gestión de inventarios, ya que afectan directamente la confiabilidad de la información financiera y la calidad de la toma de decisiones gerenciales. La literatura especializada en gestión de la cadena de suministro señala que los errores en los sistemas de control de inventarios generan ineficiencias operativas significativas, incrementan los costos logísticos y distorsionan la información contable utilizada para la planeación y el control organizacional (M. A & S. E., 2013). Asimismo, cuando los procesos de monitoreo y seguimiento logístico se realizan de forma manual, se incrementa la probabilidad de errores humanos, retrasos en la actualización de la información y pérdida de trazabilidad de los flujos de materiales. En este sentido, diversos estudios coinciden en que la integración de sistemas digitales con registros en tiempo real permite mejorar la precisión de los datos, fortalecer los mecanismos de control y facilitar la identificación temprana de fallas u oportunidades dentro del sistema logístico, favoreciendo una toma de decisiones más oportuna y basada en información confiable (Kache & Seuring, 2017). “En el proceso logístico debe realizarse seguimiento y monitoreo a las actividades para descubrir las posibles fallas del sistema, en la misma manera, debe obtenerse información actualizada y en tiempo real para el apoyo de las decisiones.” (Cardona & Balza Franco, 2017, pág. 11).

Ineficiencia en los Procesos: Los tiempos de espera prolongados asociados a la búsqueda de productos, la preparación de pedidos y el despacho de mercancías constituyen una de las principales fuentes de ineficiencia operativa en la gestión de inventarios, afectando negativamente la productividad y la rentabilidad organizacional. La literatura especializada en logística señala que los procesos manuales y poco estandarizados de almacenamiento y order picking incrementan los tiempos de ciclo, generan cuellos de botella y reducen el nivel de

servicio al cliente (de Koster & Jan Roodbergen, 2007). En respuesta a estas limitaciones, diversas investigaciones y reportes sectoriales evidencian una tendencia creciente hacia la inversión en tecnologías digitales y automatización logística. En este sentido, el DHL Logistics Trend Radar destaca que un número significativo de líderes logísticos está destinando inversiones sustanciales a soluciones como automatización de almacenes, Internet de las Cosas (IoT), analítica avanzada e inteligencia artificial, con el objetivo de reducir tiempos operativos, mejorar la eficiencia de los procesos y aumentar la competitividad de las cadenas de suministro (DHL, 2023)

**Sobrecostos:** Los gastos innecesarios asociados al almacenamiento, la gestión de inventarios y el transporte representan una problemática recurrente en la gestión logística, especialmente cuando los procesos se desarrollan de manera manual o con bajo nivel de integración tecnológica. La literatura especializada indica que una gestión ineficiente de inventarios incrementa significativamente los costos logísticos totales, afectando la rentabilidad empresarial, en particular en pequeñas y medianas empresas, donde las limitaciones de recursos amplifican estos impactos (Bowersox & Bowersox, 2018).

**Ausencia de Trazabilidad:** La dificultad para rastrear el origen, la ubicación y el destino de los productos a lo largo de la cadena de suministro constituye un riesgo crítico para la calidad, la seguridad y la capacidad de respuesta organizacional ante incidencias operativas. De acuerdo con la Organización Internacional de Normalización, la trazabilidad es un elemento esencial para garantizar la transparencia, la confiabilidad de la información y la gestión efectiva de riesgos en las cadenas de suministro (ISO, 2015). En este contexto, investigaciones recientes señalan que tecnologías emergentes como blockchain, gemelos digitales y analítica de datos en tiempo real se están consolidando como herramientas clave para fortalecer la trazabilidad, mejorar la resiliencia

y optimizar la toma de decisiones en cadenas de suministro cada vez más complejas y digitalizadas (Queiroz & Bonilla, 2020).

En un mundo totalmente globalizado y partiendo de un entorno empresarial cada vez más competitivo, la celeridad y precisión en la toma de decisiones representan un factor crítico para mantener y mejorar la ventaja competitiva. Por lo tanto, la necesidad de aprovechar las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para mejorar la administración y el control de inventarios en una cadena de suministro se torna evidentemente relevante. En este sentido, “hoy existe la tecnología suficiente para resolver en minutos problemas que antes tardaban semanas, y esto tiene el beneficio directo de responder on-demand a las necesidades que el mercado imponga a las compañías” (Peña & Solórzano González, 2018).

### **Pregunta de Investigación**

¿Cómo impacta la implementación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la administración y control de inventarios dentro de una cadena de suministro, teniendo en cuenta los beneficios, retos y oportunidades que su adopción genera para la optimización de la gestión logística y la competitividad empresarial en diferentes sectores industriales?

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Analizar el impacto de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en los procesos de administración y control de inventarios en una cadena de suministro, identificando sus beneficios, desafíos y condiciones de implementación, a partir de una perspectiva cualitativa basada en el estudio de caso.

### **Objetivos Específicos**

Explorar las tecnologías TIC aplicables a la gestión de inventarios, considerando sus características y funcionalidades operativas.

Identificar los principales beneficios, limitaciones y desafíos que enfrentan las organizaciones durante la implementación de TIC en los procesos de inventario.

Analizar casos de éxito sectoriales y documentar buenas prácticas y lecciones aprendidas que sirvan como referencia para la adopción efectiva de TIC en la administración de inventarios.

## Marco Referencial

### Estado del Arte

El estudio del impacto de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la administración y control de inventarios dentro de la cadena de suministro ha sido ampliamente abordado en los últimos años, a medida que las organizaciones buscan aumentar la eficiencia, la visibilidad y la trazabilidad de sus procesos logísticos. La evolución tecnológica, impulsada por la transformación digital y la denominada Industria 4.0, ha reconfigurado los modelos tradicionales de gestión de inventarios, facilitando una integración más estrecha entre proveedores, distribuidores y clientes mediante el uso de plataformas interconectadas y sistemas inteligentes (McKinsey & Company, 2024a).

En este contexto, diversas investigaciones realizadas entre 2020 y 2025 evidencian que tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA), el aprendizaje automático (machine learning), el blockchain, el big data y la computación en la nube están generando un cambio estructural en la forma en que las empresas administran y controlan sus inventarios. El IoT, por ejemplo, permite el monitoreo en tiempo real de los niveles de stock, la ubicación exacta de productos y las condiciones de almacenamiento mediante sensores conectados, lo que contribuye a reducir errores humanos, tiempos de respuesta y pérdidas por deterioro. Según McKinsey & Company el uso de IoT para reposición automatizada de estantes puede disminuir hasta en un 10 % los costos de mantenimiento de inventarios en el comercio minorista, comparado con métodos tradicionales de reposición periódica (2024b).

Por su parte, el blockchain se ha consolidado como una herramienta clave para asegurar la transparencia y trazabilidad en los movimientos de inventario, garantizando la integridad y autenticidad de la información a lo largo de toda la cadena de suministro. En la industria

farmacéutica, estudios recientes han documentado cómo esta tecnología mejora el seguimiento y trazabilidad de productos, previene falsificaciones y asegura la autenticidad de los datos compartidos entre fabricantes, distribuidores y minoristas (Rajora, 2023; Durá & Leal, 2023).

De manera complementaria, la aplicación de big data y la analítica avanzada posibilitan procesar grandes volúmenes de información para anticipar la demanda, optimizar los niveles de inventario y minimizar los costos de almacenamiento. A través de modelos predictivos basados en inteligencia artificial, las empresas pueden ajustar sus decisiones de compra y reposición con mayor precisión, evitando tanto los excesos como los desabastecimientos. Asimismo, la implementación de sistemas integrados de planificación de recursos empresariales (ERP) y de gestión de la cadena de suministro (SCM) basados en la nube facilita la automatización de procesos, la interoperabilidad entre áreas y la toma de decisiones en tiempo real, incrementando la eficiencia operativa (McKinsey & Company, 2024c)

Los impactos documentados en la literatura son diversos. En primer lugar, la adopción de TIC en la gestión de inventarios se asocia con una reducción significativa de los costos operativos, al eliminar ineficiencias, reducir errores manuales y optimizar los niveles de stock. El uso de gemelos digitales (digital twins) ha permitido reducir costos de transporte y daños, mejorar la utilización de centros de distribución y disminuir costos de cumplimiento en cadenas minoristas (McKinsey & Company, 2024a). Además, la disponibilidad de información en tiempo real mejora la planificación de compras, la gestión de proveedores y el servicio al cliente, garantizando una mayor confiabilidad en la entrega de productos.

En segundo lugar, las empresas que integran herramientas digitales avanzadas han logrado una mayor visibilidad y trazabilidad de sus operaciones, un aspecto crucial para sectores altamente regulados como el alimentario o el farmacéutico. En este sentido, el uso de blockchain

en la cadena de frío farmacéutica ha demostrado mejorar la transparencia, integridad de datos y trazabilidad desde la producción hasta la distribución (Durá & Leal, 2023).

En tercer lugar, la digitalización ha demostrado aumentar la resiliencia de las cadenas de suministro frente a disrupciones externas, al permitir una reacción más rápida y coordinada ante eventos inesperados, como retrasos en el transporte o escasez de materias primas. El uso de gemelos digitales ha sido señalado como una estrategia eficaz para prever escenarios de demanda, modelar interrupciones y ajustar políticas logísticas, mejorando el desempeño operativo general (McKinsey & Company, 2024a).

No obstante, el avance tecnológico también presenta desafíos importantes. Entre los principales se destacan los riesgos asociados a la seguridad y privacidad de los datos, la falta de interoperabilidad entre sistemas de diferentes proveedores, los altos costos iniciales de implementación y la resistencia al cambio dentro de las organizaciones. La adopción de tecnologías como IoT o blockchain requiere inversiones en infraestructura digital, capacitación del personal y una cultura organizacional que fomente la innovación y la adaptación. En contextos de pequeñas y medianas empresas, especialmente en regiones con limitada conectividad, las barreras tecnológicas y económicas dificultan la implementación efectiva de estas soluciones (Durá & Leal, 2023).

Estudios recientes han documentado resultados concretos sobre el impacto de las TIC en la gestión de inventarios. En el ámbito industrial, Fernandez-Carames & Blanco-Novoa (2024) desarrollaron un sistema de inventario automatizado basado en vehículos aéreos no tripulados (UAV) y blockchain, logrando una mejora significativa en la rapidez y precisión de los registros respecto a los métodos manuales. De igual manera, investigaciones con modelos de gemelos digitales reportan incrementos del 10 % en la utilización de centros de distribución y reducciones

de hasta el 5 % en costos de transporte y daños (McKinsey & Company, 2024a). La analítica predictiva aplicada a la planificación de la demanda también ha favorecido la reducción de tiempos de ciclo y el incremento de los indicadores de rotación de inventarios.

A pesar de estos avances, la literatura identifica varios vacíos de investigación. En primer lugar, existe una limitada evidencia empírica proveniente de regiones latinoamericanas, donde la adopción tecnológica suele ser desigual y las condiciones de infraestructura presentan limitaciones. En segundo lugar, la mayoría de los estudios analizan resultados a corto plazo, por lo que se requiere mayor investigación longitudinal que evalúe los efectos sostenidos de la digitalización. En tercer lugar, aún son escasos los trabajos que cuantifican el retorno de inversión (ROI) de las tecnologías aplicadas al control de inventarios, así como aquellos que examinan la interacción entre diferentes herramientas digitales como IoT, blockchain e inteligencia artificial dentro de un mismo sistema. Finalmente, factores humanos y organizacionales, como la capacitación, el liderazgo y la resistencia al cambio, siguen siendo determinantes poco explorados en el éxito o fracaso de la adopción tecnológica (Rajora, 2023).

En cuanto a las tendencias emergentes, destacan la automatización de almacenes mediante robots y drones, el uso de gemelos digitales para simular el comportamiento del inventario en tiempo real, la incorporación del edge computing para reducir la latencia en el procesamiento de datos, y el desarrollo de modelos de optimización multiobjetivo que equilibran costos, servicio al cliente y sostenibilidad (Fernandez-Carames & Blanco-Novoa, 2024). Estas innovaciones apuntan hacia una gestión de inventarios más inteligente, autónoma y sostenible, donde la información fluye de manera continua y segura a lo largo de toda la cadena de suministro.

En conclusión, la revisión del estado del arte permite afirmar que las TIC han transformado radicalmente la administración y el control de inventarios, al introducir nuevas capacidades de visibilidad, precisión y eficiencia en los procesos logísticos. Sin embargo, su impacto real depende del contexto organizacional, del grado de madurez digital de las empresas y de la capacidad para integrar estas herramientas dentro de estrategias coherentes de transformación tecnológica. Aún existen desafíos y oportunidades por explorar, especialmente en contextos locales y en cadenas de suministro de pequeña y mediana escala, donde la digitalización puede representar no solo una ventaja competitiva, sino también un elemento clave para garantizar la sostenibilidad y resiliencia de las operaciones.

## **Enfoque Local**

### ***Colombia***

En el contexto colombiano, la incorporación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la gestión de inventarios ha sido abordada por diversas investigaciones que evidencian avances relevantes, aunque persisten limitaciones en términos de cobertura tecnológica, sectores de aplicación y profundidad operativa. Por ejemplo, un estudio desarrollado por Hernández Palma, Ariza, & Mendoza Casseres (2021) centrado en organizaciones del sector salud en la ciudad de Barranquilla, concluye que, si bien se han logrado progresos en la digitalización de procesos administrativos, el control operativo de inventarios incluyendo el seguimiento físico, la actualización de datos en tiempo real y la automatización de operaciones continúa siendo parcial y poco sistemático, lo que limita el impacto de las TIC sobre el desempeño logístico.

De manera complementaria, Sebastian, Riascos-Guerrero, Galván-Colonia, & Pincay-Lozada (2024) analizan la aplicación de inteligencia artificial en la gestión de inventarios dentro

de la cadena de suministro en empresas colombianas, evidenciando mejoras significativas en la predicción de la demanda y la optimización de niveles de stock. No obstante, los autores identifican barreras persistentes para su adopción, tales como deficiencias en infraestructura tecnológica, dificultades de integración con sistemas heredados y una limitada cultura de análisis de datos, especialmente en pequeñas y medianas empresas.

Un estudio desarrollado en el contexto colombiano por Hernández Palma, Ariza, & Mendoza Casseres (2021) evidencia que la incorporación de tecnologías digitales en la gestión logística y de inventarios contribuye a mejorar la planificación, el control operativo y la disponibilidad de información para la toma de decisiones. No obstante, los autores señalan que estos avances se ven limitados por factores estructurales como la insuficiente infraestructura tecnológica, dificultades en la integración de sistemas, escasez de personal capacitado y una débil cultura organizacional orientada al uso estratégico de los datos, problemáticas que se presentan con mayor intensidad en las pequeñas y medianas empresas. Estas condiciones explican por qué, a pesar del reconocimiento de los beneficios de tecnologías avanzadas, su adopción profunda y sistemática en procesos como el control de inventarios continúa siendo parcial en muchas organizaciones colombianas.

Los impactos documentados localmente incluyen reducciones en errores de registro, mejoras en la precisión de existencias, y ciertos ahorros en tiempos de operación cuando se implementan sistemas digitales. Sin embargo, se reporta que en la mayoría de los casos estos beneficios se observan sólo después de una fase de pilotaje, en empresas medianas o grandes, no tanto en microempresas. Entre las barreras que señalan los autores se encuentran la falta de conectividad confiable en algunas regiones, la resistencia cultural al cambio, la carencia de

personal con competencias digitales y los costos iniciales de instalación de tecnologías avanzadas.

### ***América Latina***

En América Latina la digitalización en logística y gestión de inventarios presenta un panorama heterogéneo, con avances significativos en ciertos países, aunque con brechas marcadas entre regiones, tamaños de empresa y tipo de tecnología aplicada. En Perú, por ejemplo, un estudio en la empresa agroindustrial Olmos demuestra que la implementación de una gestión de inventarios mejorada contribuye a una reducción tangible de los costos de pedido, almacenamiento y administrativos, al aplicar instrumentos cuantitativos específicos adaptados a su realidad operativa local (Salazar Soto, Castillo Pérez, Miñan Olivos, & Valderrama Puscan, 2023). Asimismo, la investigación “Evaluación y mejora del manejo y control de inventario en una empresa de comercialización de pinturas” en Lima aplica el método ABC y la política PEPS para reducir pérdidas económicas por productos obsoletos y mejorar la rotación interna del almacén, logrando disminuir el porcentaje de obsolescencia significativamente (Cota Pardini, Osuna Armenta, Sandoval Acosta, & Medrano Villalobos, 2025). En Ecuador, un estudio de titulación de la Universidad de Cuenca sobre “Sistema de clasificación de inventarios basado en algoritmos de machine learning” aplica K-medias, CLARA y DIANA en venta de repuestos automotrices, demostrando mejoras en eficiencia operativa, reducción de costos y mejor servicio al cliente al optimizar la clasificación de artículos frente al método ABC tradicional (Romero Bustamante, 2023). En otro ejemplo de Ecuador, investigaciones en empresas PYMES del sector ferretero en Guayaquil muestran que la gestión de inventarios tiene una influencia directa en la rentabilidad y rendimiento, especialmente cuando se establecen políticas claras de clasificación,

rotación y control, aunque se reportan dificultades en infraestructura y en la adopción de tecnologías más avanzadas (Campodónico & Lissette, 2021).

Estos estudios latinoamericanos evidencian que si bien no todos aplican plenamente IoT, blockchain o redes neuronales, hay una tendencia clara de incorporar tecnologías de clasificación automatizada, metodologías predictivas y optimización operativa. Sin embargo, se observa que muchas intervenciones aún son a nivel piloto, con empresas medianas, y la mayoría no llegan a integrar de forma robusta herramientas como sensores IoT, gemelos digitales o blockchain en todos los procesos del inventario. Esto resalta la necesidad de más investigación empírica que cuantifique retornos de inversión, compare tecnologías avanzadas, y analice su impacto en PYMES y en regiones menos desarrolladas.

## **Enfoque Internacional**

### ***Europa***

En el contexto europeo, la digitalización de la gestión de inventarios ha alcanzado un alto grado de madurez, impulsada tanto por la adopción de tecnologías 4.0 como por las políticas comunitarias orientadas a la sostenibilidad, la automatización y la resiliencia de las cadenas de suministro. A diferencia de América Latina o Asia, donde la digitalización aún se encuentra en fases de implementación, Europa ha consolidado un ecosistema logístico altamente conectado, en el que la integración de Inteligencia Artificial (IA), Big Data, Robótica, Gemelos Digitales y Blockchain se ha convertido en un pilar estratégico de la competitividad industrial (Carpitella & Izquierdo, 2025).

Un referente relevante en la región es el trabajo de Grützner, Breitner , & Voss (2025), quienes proponen un modelo de madurez para la gestión de inventarios automatizados,

denominado Interlinked Process-Reference Model. Este modelo plantea una estructura multinivel que clasifica los procesos de inventario según su grado de automatización, trazabilidad digital y sostenibilidad, demostrando que las empresas con mayor integración tecnológica alcanzan reducciones del 30 % en los costos de almacenamiento y hasta un 40 % en tiempos de respuesta logística. Además, dichas empresas presentan una capacidad superior para ajustar sus niveles de stock frente a variaciones del mercado, gracias al uso de algoritmos de predicción basados en machine learning y análisis de demanda en tiempo real (Grützner, Breitner , & Voss, 2025)

La Unión Europea (UE) ha desempeñado un papel determinante en esta evolución mediante políticas de digitalización industrial, como la Estrategia de Datos de la UE (European Commission, 2025) y el Programa Europa Digital, que fomentan el uso de infraestructuras interoperables y sistemas de información compartidos entre países. A su vez, el Digital Product Passport (DPP), incluido dentro del Plan de Acción para la Economía Circular, exige que las empresas gestionen la trazabilidad de materiales, componentes y productos a lo largo de toda su cadena de suministro, lo que ha impulsado la digitalización integral de los sistemas de inventarios (Interoperable Europe, 2025).

En países como Alemania, el Reino Unido y los Países Bajos, la digitalización logística está estrechamente vinculada a la adopción de gemelos digitales (digital twins) que replican virtualmente el comportamiento de inventarios, flujos de materiales y transporte. Esto permite la simulación y optimización de escenarios en tiempo real, anticipando cuellos de botella y reduciendo desperdicios. Según un estudio de (Elbouzidi & Frédéric, 2025), las empresas alemanas que aplican gemelos digitales en su gestión de inventarios han logrado una reducción promedio del 25 % en sobrecostos logísticos y del 20 % en emisiones de CO<sub>2</sub>, fortaleciendo simultáneamente su desempeño ambiental y financiero.

Por otra parte, la sostenibilidad digital es un componente central de la estrategia europea de gestión de inventarios. La integración de sensores IoT y tecnologías de analítica avanzada permite medir y controlar la huella de carbono asociada al almacenamiento y transporte de mercancías. Carpitella & Izquierdo (2025) sostienen que la aplicación de estas tecnologías dentro del marco de la Industria 4.0 ha impulsado el surgimiento de un nuevo paradigma denominado Inventory Sustainability Management (ISM), orientado a equilibrar la eficiencia operativa con los objetivos de sostenibilidad ambiental y circularidad.

Desde el punto de vista empresarial, los líderes europeos en innovación logística —como Siemens, Maersk y DHL Supply Chain han desarrollado plataformas de gestión de inventarios que combinan inteligencia artificial con análisis predictivo. En el caso de DHL, su sistema Resilience360 integra IA y machine learning para monitorear inventarios, rutas y proveedores en más de 150 países, identificando riesgos de disrupción y recomendando ajustes automáticos de stock en tiempo real (DHL, 2023). Estas soluciones tecnológicas no solo incrementan la eficiencia operativa, sino que también contribuyen a fortalecer la resiliencia organizacional, un aspecto clave tras las disrupciones globales generadas por la pandemia y conflictos geopolíticos.

No obstante, el avance no ha estado exento de desafíos. Según pwc (2025), la implementación de tecnologías avanzadas en Europa enfrenta obstáculos como la brecha digital entre pequeñas y medianas empresas, la falta de interoperabilidad entre sistemas de gestión de inventarios y las diferencias regulatorias entre países miembros. A pesar de ello, los países nórdicos y Alemania encabezan los índices de madurez digital, con cadenas de suministro más automatizadas y transparentes, mientras que Europa del Este presenta un ritmo de adopción más lento debido a limitaciones en infraestructura y financiamiento tecnológico (European Commission, 2025).

En síntesis, el panorama europeo se caracteriza por la convergencia entre tecnología, sostenibilidad y resiliencia, donde la digitalización no solo busca optimizar los costos, sino también garantizar la trazabilidad, transparencia y responsabilidad ambiental. La tendencia dominante hacia 2025 apunta a la consolidación de cadenas de suministro completamente inteligentes, apoyadas en datos, IA generativa y plataformas colaborativas, donde la gestión de inventarios se convierte en un componente estratégico de la competitividad y la sostenibilidad empresarial.

### *Asia*

En Asia, la digitalización en la gestión de inventarios y cadenas de suministro ha mostrado avances relevantes y aplicaciones prácticas que respaldan modelos similares al que plantea. Por ejemplo, en Japón, una firma farmacéutica implementó una solución con AI + RPA para la gestión automatizada de inventario de productos farmacéuticos, mejorando la precisión del pronóstico de demanda en un ~23 %, reduciendo los quiebres de stock, y disminuyendo los productos sin vender en un 8 % gracias al uso de predicciones más ajustadas y automatización en la entrada de datos al sistema (FPT Software, 2024). Esto evidencia que la combinación de inteligencia artificial con herramientas de automatización operativas ya es viable y tiene impactos cuantificables en Asia.

Otro estudio en Singapur exploró cómo tecnologías de la información pueden mejorar la gestión de inventarios en industrias logísticas locales. En su investigación sobre la gestión de inventarios dentro de las cadenas de suministro de Singapur, Lim, Chen , & Goh (2023) muestran que la adopción de sistemas de información integrados, como plataformas ERP y otros sistemas tecnológicos corporativos, contribuye a mejorar indicadores operativos fundamentales. Los hallazgos del estudio señalan que estas tecnologías facilitan una mayor visibilidad de

inventarios, mejor coordinación de la información y mayor eficiencia en los tiempos de reposición, lo que favorece la reducción de discrepancias entre niveles registrados y reales de existencias y apoya la toma de decisiones en tiempo real (Lim, Chen , & Goh, 2023) Aunque el estudio no se centra en un modelo híbrido específico basado en la nube con IoT y blockchain, los resultados evidencian que las tecnologías digitales están generando mejoras operativas significativas en las prácticas de control de inventarios de empresas en contextos asiáticos.

Hay además modelos de forecasting puro que aplican aprendizaje automático y redes neuronales. Un trabajo reciente titulado Data-Intensive Inventory Forecasting with AI Models for Cross-Border E-Commerce Service Automation (Tang, Chau, Lau, & Zheng, 2023) demuestra cómo en Asia se aplican modelos con grandes volúmenes de datos, que usan algoritmos de AI para anticipar demanda y asignar inventarios en plataformas de comercio electrónico transfronterizo. Los resultados mostraron mejoras significativas en precisión del pronóstico, lo que redundaba en menor sobrestock y mejor preparación logística ante fluctuaciones del mercado. Finalmente, se observa que Asia-Pacífico será la región de más rápido crecimiento para soluciones de AI aplicadas a cadenas de suministro, incluyendo inventarios. Reportes de mercado indican que empresas en China, India, Japón y Corea están invirtiendo fuertemente en infraestructura digital, IoT, cloud computing y análisis predictivo para optimizar su gestión de inventarios, mejorar visibilidad, reducir tiempos de ciclo y responder con mayor agilidad a las variaciones de demanda (meticulous Research, 2024).

### ***Norteamérica***

En Estados Unidos y Canadá, la investigación y aplicación de logística 4.0 se ha concentrado en la combinación de inteligencia artificial, robótica, visión computacional y big data para optimizar el control de inventarios en múltiples sectores, especialmente en retail,

distribución y cadenas de suministro de alta demanda. Por ejemplo, Starbucks anunció a mediados de 2025 la implementación de un sistema basado en inteligencia artificial para el conteo de inventario en más de 11.000 tiendas de Norteamérica, utilizando tablets con software que combina visión por computadora, realidad aumentada y algoritmos de detección automática para alertar sobre productos con bajo stock, permitiendo contar inventarios ocho veces más frecuentemente que con métodos manuales. Esto mejora la disponibilidad de productos al cliente y reduce tiempos de gestión interna (Bensinger, 2025). Otro caso relevante es el de IKEA en su centro de distribución en Perryville, Maryland, donde introdujo drones automatizados con sistemas AI de posicionamiento interior y detección de obstáculos para contar inventarios y localizar productos mal ubicados incluso durante horas operativas, lo que aumenta la precisión y reduce errores de inventario (Roth, 2024).

Symbotic Inc. es una empresa estadounidense especializada en la automatización de almacenes mediante sistemas robóticos avanzados y software potenciado por inteligencia artificial, diseñados para gestionar de forma integrada tareas como el almacenamiento, la recuperación y la clasificación de mercancías dentro de centros de distribución. La plataforma tecnológica de Symbotic combina robots autónomos, algoritmos de software y capacidades de análisis de datos para optimizar la eficiencia operativa, aumentar la precisión en la ejecución de tareas y reducir el trabajo manual en operaciones logísticas (Symbotic, 2025). Su tecnología ha sido implementada de manera destacada en la cadena de suministro de grandes cadenas de retail como Walmart, donde se utiliza para mejorar la velocidad de procesamiento de pedidos y para reforzar la consistencia en los niveles de stock dentro de los centros de distribución automatizados (Reuters, 2025).

En cuanto a la predicción de la demanda y selección de proveedores, algunas investigaciones académicas recientes en EE. UU. muestran que el uso de modelos de aprendizaje automático mejora significativamente la precisión de los pronósticos y permite ajustar los pedidos de proveedores de modo que se minimicen tanto los quiebres de stock como los excesos. Un ejemplo es el estudio “AI-Powered Warehouse Automation in Retail Supply Chains: Developing Machine Learning Models for Robotic Process Automation, Inventory Management, and Order Fulfillment” en EE. UU., que documenta cómo la integración de AI en automatización robótica, predicción de demanda, y gestión de inventario mejora la eficiencia operativa en cadenas de retail (P., R., & P., 2022).

Los impactos reportados en Norteamérica incluyen reducciones en los errores de inventario, mejoras en la frecuencia de conteos, optimización de rotación de productos, menor tiempo de reposición, y mayor visibilidad en inventarios en tránsito. No obstante, se identifican desafíos persistentes: altos costos iniciales de infraestructura, la integración con sistemas legados, la escasez de talento especializado en AI y robótica, y la necesidad de adaptación regulatoria y de privacidad de los datos.

### **Tendencias Globales**

A nivel global, la evidencia acumulada en la literatura señala que la digitalización de las cadenas de suministro —entendida como la adopción coordinada de IoT, analítica avanzada, inteligencia artificial, gemelos digitales, cloud/edge computing y blockchain— está redefiniendo las métricas de desempeño de la gestión de inventarios en términos de adaptabilidad, velocidad, visibilidad y resiliencia. Estudios empíricos y revisiones recientes coinciden en que las cadenas digitales que combinan estas tecnologías alcanzan mejores resultados operativos (menores

quiebres de stock, reducción de lead times y optimización de niveles de seguridad) y mayor capacidad para reaccionar ante disrupciones (McKinsey & Company, 2024a).

Una primera tendencia global es la prioridad a la adaptabilidad y la velocidad: cadenas de suministro digitales capaces de captar datos en tiempo real y reaccionar mediante decisiones automatizadas muestran mayor efectividad en la gestión de inventarios. Ali (2024) documenta cómo dimensiones como la flexibilidad digital, la velocidad de transmisión de datos y la adaptabilidad organizacional se correlacionan positivamente con la efectividad de inventario en empresas de ingeniería, lo que implica una mayor capacidad para ajustar niveles de stock y políticas de reabastecimiento ante variaciones de demanda.

La segunda tendencia es la preparación tecnológica (technology readiness) como moderador del éxito. Investigaciones recientes indican que la mera disponibilidad tecnológica no garantiza beneficios: la capacidad organizativa para integrar, gobernar y explotar dichas tecnologías es decir, la “preparación tecnológica” modera de forma significativa el impacto positivo de las TIC sobre inventarios y cadena de suministro (Issah, 2025). En otras palabras, empresas con alta preparación tecnológica (infraestructura, competencias, gobernanza y cultura de datos) obtienen rendimientos superiores al aplicar IA, IoT o gemelos digitales, mientras que organizaciones con baja preparación observan beneficios limitados o nulos.

La tercera tendencia es la consolidación de los gemelos digitales y la simulación avanzada como herramientas de gestión preventiva y optimización de inventarios. Los gemelos permiten simular escenarios (picos de demanda, fallas en proveedores, restricciones logísticas) y evaluar políticas de inventario sin interrumpir la operación real, mejorando la planificación y reduciendo la probabilidad de exceso o faltante de stock (McKinsey & Company, 2024a).

Una cuarta tendencia es la integradora: interoperabilidad y gobernanza de datos. La calidad, cadencia y fiabilidad de los datos se han vuelto determinantes para operar modelos predictivos y sistemas de decisión automatizada; por ello, los esfuerzos normativos y de estandarización (políticas públicas y frameworks sectoriales) son críticos para habilitar intercambio seguro y confiable de información entre nodos de la cadena (European Commission, 2025). Sin datos confiables y gobernados, los modelos de IA y los gemelos digitales no alcanzan su potencial.

La quinta tendencia es la sostenibilidad digital integrada: las empresas están incorporando métricas de huella de carbono y criterios de economía circular en las decisiones de inventario (por ejemplo: ubicación de stock, rotación y retornos), aprovechando analítica avanzada para balancear costo–servicio–impacto ambiental. Esta presión por la sustentabilidad se apoya en regulaciones y en demandas de consumidores y compradores institucionales (KPMG, 2024; Carpitella & Izquierdo, 2025).

Sexta, la generalización del edge computing y 5G para reducir latencia en procesamiento IoT y garantizar decisiones en tiempo real en entornos críticos de inventario (almacenes de temperatura controlada, plantas de producción con alto dinamismo). Edge + 5G posibilitan análisis local inmediato y respuesta automática a eventos (pérdidas de temperatura, vibraciones en equipos, etc.), lo cual mejora la fiabilidad del inventario físico y su trazabilidad.

Séptima tendencia: la movilización de la automatización robótica y la visión por computadora en conteos cíclicos, picking y cross-docking, con disminución comprobada de errores humanos y mayor frecuencia de inventarios (Symbotic, DHL, casos industriales recientes). La automatización contribuye también a la sostenibilidad al optimizar rutas internas, consumo energético y uso de espacio.

Finalmente, la octava tendencia destaca la necesidad de estudios longitudinales y evaluación del ROI: la literatura señala la escasez de evaluaciones a mediano-largo plazo que cuantifiquen retornos y riesgos, especialmente en PYMES y regiones en desarrollo. Por ello, la agenda de investigación recomienda priorizar estudios comparativos y longitudinales que consideren no solo indicadores operativos, sino también organizacionales, regulatorios y ambientales (Issah, 2025).

En resumen, las tendencias globales apuntan a cadenas de suministro cada vez más digitales, resilientes y sostenibles, donde el verdadero diferencial no es solamente la tecnología disponible, sino la capacidad organizacional para integrarla, gobernarla y operarla de forma estratégica (McKinsey & Company, 2024a).

### **Síntesis Comparativa Nacional–Internacional**

La revisión evidencia que en Colombia y en gran parte de América Latina la adopción de TIC en inventarios se encuentra en una etapa intermedia, con experiencias destacadas en sectores específicos, pero con brechas en la integración de tecnologías emergentes como IoT, blockchain y big data. En contraste, en Europa, Asia y Norteamérica, las cadenas de suministro muestran un nivel de madurez digital más avanzado, integrando la gestión de inventarios en ecosistemas tecnológicos completos. Esta diferencia refleja no solo desigualdades en capacidades tecnológicas, sino también en inversión en innovación y en políticas públicas orientadas a la digitalización empresarial.

Desde una perspectiva crítica, aunque los avances internacionales muestran el potencial de las TIC para transformar la gestión de inventarios, la realidad nacional revela rezagos que limitan la competitividad. El desafío en Colombia y en América Latina radica en superar las brechas de adopción tecnológica, lo cual requiere inversión en infraestructura digital,

capacitación de talento humano y articulación de políticas públicas. En el ámbito internacional, el debate se centra en garantizar que la digitalización no solo mejore la eficiencia, sino también la sostenibilidad y la resiliencia de las cadenas de suministro. La tendencia global apunta hacia cadenas digitales capaces de adaptarse a disrupciones, integrando tecnologías emergentes con una visión estratégica de largo plazo.

### **Investigaciones Previas**

En la literatura académica se reconoce ampliamente que la integración de sistemas ERP (Enterprise Resource Planning) contribuye de manera significativa a una gestión más eficiente de los inventarios, al centralizar la información y permitir una planificación más precisa de la demanda y el control de existencias. Estudios recientes señalan que la adopción de ERP mejora la precisión de inventario y la eficiencia operativa al automatizar procesos como el seguimiento de stock en tiempo real, la conciliación de información entre módulos y la coordinación de compras y planificación de producción (Sunaryo & Sudarmi, 2024). Esta integración reduce errores manuales, permite un acceso unificado a datos críticos y apoya la toma de decisiones estratégicas en la gestión de inventarios y otras funciones empresariales relacionadas con la cadena de suministro. Por otro lado, la literatura académica ha señalado la importancia de tecnologías de identificación automática de datos, como RFID (Radio Frequency Identification) y códigos de barras, para mejorar la trazabilidad y la precisión de los inventarios en las operaciones logísticas. Numerosas investigaciones han demostrado que estas herramientas permiten reducir errores humanos, minimizar pérdidas de stock y aumentar la visibilidad de los productos, lo que se traduce en mejoras sustanciales en la eficiencia operativa de diferentes sectores industriales (McFarlane & Sheffi, 2003).

Avanzando hacia la era moderna, investigaciones recientes han demostrado que la digitalización impulsa notables mejoras en los inventarios. Estudios en grandes cadenas de abastecimiento revelan que tecnologías avanzadas como machine learning y analítica de datos mejoran la predicción de demanda y reducen costos de almacenamiento. Además, se destaca que la incorporación de TIC en la administración de inventarios no solo optimiza la eficiencia, sino que también eleva la resiliencia ante variaciones en la demanda y disrupciones en la cadena de suministro.

En los últimos años, la investigación ha mostrado un incremento notable en el uso de tecnologías emergentes para optimizar la gestión de inventarios y mejorar la eficiencia de la cadena de suministro. En el contexto de cadenas de suministro en la nube ("cloud supply chain"), Tan (2024) plantea un modelo de dos etapas que aplica aprendizaje automático para el pronóstico de demanda y asignación optimizada de inventarios, obteniendo mejoras de precisión del 13 % al 16 % en estructuras independientes y dependientes respectivamente.

Asimismo, Issah (2025) aportan claridad sobre la influencia de la "preparación tecnológica" ("technology readiness") en la gestión de inventarios, evidenciando que esta variable modera significativamente la relación entre técnicas de gestión de inventarios y eficiencia en la cadena de suministro IDEAS/RePEc. Este hallazgo resalta la importancia de la infraestructura tecnológica y el capital humano, además de las tecnologías mismas.

Por otro lado, Ahakonye (2024) presentan un estudio en el que la aplicación de algoritmos de machine learning específicamente un modelo Multi-MLP con selección de características LightGBM para la predicción de inventario en un sistema MES mejoró significativamente la precisión del pronóstico, permitió la identificación temprana de artículos

con riesgo de faltante (backorders) y contribuyó a una reducción de los costos de almacenamiento al optimizar niveles de stock.

Grützner, Breitner , & Voss (2025) desarrollan un modelo integrado de proceso-referencia para una gestión de inventarios madura, que promueve prácticas resilientes y sostenibles con un enfoque operativo y estratégico.

El uso de aprendizaje profundo (DL) y aprendizaje automático (ML) en la gestión de la cadena de suministro, abarcando aspectos como selección de proveedores, producción y control de inventarios, ha sido identificado como una ventaja competitiva clave.

La literatura académica contemporánea ha explorado el papel que desempeñan atributos digitales como la adaptabilidad, la flexibilidad y la agilidad en la mejora del desempeño de la gestión de inventarios dentro de las cadenas de suministro. Un estudio reciente realizado en empresas de ingeniería en Jordania revela que la adaptabilidad y la flexibilidad de las cadenas de suministro digitales están fuertemente relacionadas con una mayor visibilidad de la información y una gestión más eficaz de los inventarios, lo que contribuye a reducir tiempos de reposición y mejorar la precisión de los registros de stock (Ali, 2024). Estos resultados sugieren que la inversión en tecnologías digitales y en procesos que faciliten la adaptación a cambios en la demanda o en el entorno operativo puede generar beneficios operativos tangibles en la administración de inventarios.

En cuanto a estructuras organizacionales y preparación tecnológica, Issah (2025) evidencian que la "technology readiness" modera significativamente la relación entre técnicas de gestión de inventarios y eficiencia en la cadena de suministro.

Artículos recientes como el de Chachalo Cuasque & Valencia Chapi (2025) exploran la optimización en gestión de inventarios mediante redes neuronales, clasificación ABC, análisis FODA y modelos cuantitativos en empresas ecuatorianas, mostrando resultados de factibilidad y mejora en desempeño.

### **Tendencias Actuales en la Administración de Inventarios con TIC**

El avance tecnológico ha permitido el desarrollo de nuevas herramientas que optimizan la gestión de inventarios en tiempo real. En la actualidad, la inteligencia artificial (IA) y el análisis de big data han revolucionado la forma en que las empresas gestionan sus inventarios, permitiendo predicciones más precisas y reduciendo costos operativos. Asimismo, el Internet de las Cosas (IoT) ha facilitado la interconexión de dispositivos, lo que mejora la visibilidad y el control de los inventarios en tiempo real. Sensores inteligentes y sistemas de monitoreo han permitido automatizar el control de stock, generando alertas en caso de niveles críticos y evitando quiebres de inventario.

Otra tendencia relevante es la adopción de plataformas de gestión en la nube, las cuales ofrecen flexibilidad y accesibilidad a los datos desde cualquier ubicación. Estas soluciones han sido clave en el desarrollo de modelos logísticos ágiles, donde la descentralización y la integración con múltiples actores de la cadena de suministro son fundamentales para mejorar la eficiencia operativa. Empresas líderes en logística han implementado sistemas de gestión basados en la nube para sincronizar inventarios entre centros de distribución y puntos de venta, optimizando la reposición de productos y reduciendo costos asociados al almacenamiento.

### **Evolución Histórica de las TIC en la Gestión de Inventarios**

La evolución de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) ha tenido un impacto significativo en la administración y control de inventarios. Su desarrollo ha permitido la

optimización de procesos logísticos, mejorando la trazabilidad, reduciendo costos y optimizando la planificación de recursos en la cadena de suministro. A continuación, se presenta un análisis cronológico del desarrollo de estas tecnologías:

### ***1980-1985: Digitalización Inicial y Primeras Bases de Datos***

Durante este período, la gestión de inventarios era predominantemente manual. Sin embargo, con la llegada de las primeras computadoras personales y software básicos de bases de datos, algunas empresas pioneras comenzaron a digitalizar registros de inventario. A pesar de que estos sistemas eran limitados en funcionalidad, representaron un avance significativo al reducir los errores manuales en los registros de stock.

Durante los primeros años de la década de 1980 la gestión de inventarios en la mayoría de las empresas continuaba siendo un conjunto de prácticas fundamentalmente manuales: registros en libros y planillas físicas, conteos periódicos en almacén y una dependencia intensa en procesos administrativos humanos para conciliar entradas, salidas y saldos (Laudon & Laudon, 2020). No obstante, esta etapa es decisiva porque marca la irrupción de tecnologías de cómputo personal y de paquetes de software que comenzaron a desplazar gradualmente, y en algunos casos a reemplazar, las tareas más prolijas del control de stock. En términos prácticos, la disponibilidad creciente de microordenadores y aplicaciones comerciales permitió mejorar la exactitud de los registros, reducir tiempos de cálculo y sentar las primeras bases para la posterior integración informática de procesos logísticos.

El hito tecnológico que impulsó gran parte de esa transformación fue la aparición del IBM PC (Model 5150) en 1981. La llegada del IBM PC no sólo ofreció a las organizaciones una plataforma de cómputo más asequible y orientada a negocios, sino que, como lo señaló el Computer History Museum, “IBM’s first personal computer arrived nearly 10 years after others

were available, but instantly legitimized the market” (Computer History Museum, 2025). La legitimación del mercado por parte de IBM provocó un rápido crecimiento de aplicaciones orientadas a la gestión empresarial —incluidas hojas de cálculo y herramientas de bases de datos— que comenzaron a ser adoptadas por departamentos de almacén y logística para llevar registros electrónicos de inventario.

Paralelamente al hardware, el software de propósito general contribuyó de forma determinante a la digitalización de inventarios. Las hojas de cálculo y las bases de datos simples se convirtieron en las primeras “aplicaciones de negocio” que los responsables de inventario aprendieron a usar. Lotus 1-2-3 (1983) y diversos paquetes de bases de datos (como dBASE II/III) facilitaron cálculos de inventario, conciliaciones y reportes periódicos sin depender exclusivamente de operadores que realizasen cálculos manuales. Lotus 1-2-3, en particular, fue considerada la killer app del IBM PC y permitió a áreas administrativas realizar “what-if” y análisis de escenarios elementales para planificar pedidos y rotaciones. Según reportes contemporáneos, Lotus 1-2-3 “became the most popular [spreadsheet] in the 1980s, boosting IBM PC and clone sales” y facilitó la adopción empresarial de procesos automatizados de cálculo.

En el ámbito de las bases de datos, dBASE (principal producto de Ashton-Tate) jugó un papel fundamental dado su equilibrio entre potencia y accesibilidad. dBASE permitió a desarrolladores y usuarios crear rápidamente aplicaciones de gestión —incluidos pequeños sistemas de inventario— sin necesidad de costosos proyectos de programación. La portabilidad de dBASE a la plataforma IBM PC y su amplia difusión en empresas pequeñas y medianas posibilitó que, desde 1982–1983, muchas organizaciones comenzaran a sustituir registros en papel por ficheros estructurados que soportaban consultas, índices y reportes automáticos

(Ashton-Tate / dBASE history). Esta capacidad de estructurar la información marcó el verdadero paso de la “digitalización administrativa” hacia procesos de control electrónico reproducibles y menos propensos a errores humanos.

Los beneficios operativos de estas primeras digitalizaciones fueron concretos y observables: reducción de errores por transcripción, mayor velocidad en la conciliación de movimientos de almacén y capacidad para obtener reportes de inventario en tiempos mucho más cortos. Investigaciones y manuales de sistemas empresariales de la época y de las décadas siguientes subrayan que la transición desde registros manuales a ficheros electrónicos representó “the first step toward integrated inventory control” (expresión usada en reseñas históricas del desarrollo de sistemas ERP y gestión de información), pues permitió que la información de inventario empezara a tener una representación computable que, con el tiempo, sería integrada con otros procesos (compras, producción, finanzas) (Laudon & Laudon, 2020).

Sin embargo, las primeras implementaciones también tuvieron limitaciones notorias. Los sistemas eran en general locales y aislados (silos de información): un archivo en el PC del almacén no estaba conectado a los registros de compras o de producción, y la interoperabilidad entre diferentes paquetes (hoja de cálculo, dBASE, sistemas mainframe) era limitada o inexistente. Además, los costos de hardware, la falta de personal capacitado y la ausencia de estándares de intercambio freteaban la adopción en organizaciones pequeñas. En muchos casos, la digitalización se redujo a la “automatización de la planilla” (electrificación del registro) más que a una verdadera integración de procesos. Estas barreras explican por qué, durante 1980–1985, la penetración real de soluciones de inventario informatizadas fue desigual: empresas grandes y medianas con mayores recursos adoptaron soluciones más rápido que las pequeñas empresas.

Un aspecto práctico y de gran impacto fue la democratización de las capacidades analíticas básicas. Antes de la era PC, los cálculos de rotación, días de inventario y puntos de pedido eran tareas que requerían tiempo y frecuencia reducida; con hojas de cálculo y bases de datos comenzaron a ser actividades que podían realizarse con regularidad (conteos cíclicos soportados por registros electrónicos). Los gerentes de inventario pudieron por primera vez hacer análisis sencillos de rotación por SKU, identificar productos de movimiento lento y ajustar políticas de reabastecimiento de manera más ágil. Esta mejora en la toma de decisiones tácticas se convirtió en un factor clave para la reducción de excesos y faltantes en empresas que adoptaron con éxito las herramientas emergentes (Laudon & Laudon, 2020).

Desde la perspectiva del desarrollo del software empresarial, el periodo 1980–1985 generó también una industria de “aplicaciones a medida” para la gestión interna. Muchas compañías de consultoría y desarrolladores independientes aprovecharon dBASE y las hojas de cálculo para crear aplicaciones verticales: pequeñas soluciones que automatizaban recepción, control de lotes, valorización y registros de salida. Estas aplicaciones actuaron como prototipos de los futuros sistemas WMS y módulos de control de inventarios dentro de suites más integradas. La experiencia práctica de construir estas aplicaciones sencillas aportó conocimientos valiosos a las empresas sobre la necesidad de estándares, codificación de SKUs y procedimientos operativos que facilitarían la posterior adopción de soluciones más avanzadas.

Un punto crítico del periodo fue el desarrollo de prácticas básicas de gobernanza de datos: codificación de ítems, control de versiones de catálogos y procedimientos para las conciliaciones periódicas. Sin estas prácticas previas, la simple digitalización habría reproducido los mismos errores del papel en formato electrónico. Por ello, la literatura y la experiencia práctica subrayan que la implantación de sistemas, aunque sencilla técnicamente, exigía cambios

organizacionales elementales (roles responsables de la calidad de los ficheros, procedimientos de backup, controles de acceso) para que la información de inventario fuera fiable y útil para la toma de decisiones. Estas lecciones organizativas de los primeros años resultaron instrumentales para el diseño e implantación posterior de ERPs y sistemas transaccionales integrados.

Además de las aplicaciones de escritorio y de los desarrollos en dBASE, la década temprana de los 80 vio el inicio de una economía de “software” y de una comunidad de profesionales que configuraron las bases de la industria del software empresarial. El surgimiento de clones de PC y la estandarización de la plataforma IBM PC favorecieron el surgimiento de un ecosistema de proveedores de hardware y software que, con el tiempo, abarataron las soluciones y facilitaron la replicabilidad de sistemas de inventario digital. Como lo documentan las cronologías tecnológicas, la combinación de hardware estandarizado (IBM PC y clones) y softwares aplicativos (hojas de cálculo, bases de datos) explica por qué la década de 1980 se considera el punto de partida de la informatización operativa en almacenes y logística (Computer History Museum, 2025).

Finalmente, cabe resaltar que la digitalización de inventarios entre 1980 y 1985 funcionó como catalizador para generaciones tecnológicas siguientes: estableció las prácticas de codificación, introdujo la noción de datos transaccionales y demostró el valor de la información estructurada. Aunque aún distaba de los sistemas integrados y automatizados que surgirían en las décadas siguientes (ERP, WMS, RFID, IoT), la adopción inicial de microordenadores y bases de datos constituyó una fase imprescindible del proceso evolutivo, al transformar la gestión de inventarios de un conjunto de actividades manuales a procesos susceptibles de automatización sistemática y mejora continua (Laudon & Laudon, 2020).

### ***1986-1990 Introducción de los Primeros ERP y Automatización Parcial.***

En esta etapa, se introdujeron los primeros sistemas de Planificación de Recursos Empresariales (ERP), lo que permitió integrar la gestión de inventarios con otras áreas de la empresa, como compras y producción. Empresas de manufactura comenzaron a adoptar estos sistemas para mejorar la eficiencia operativa. Sin embargo, los costos de implementación eran elevados, lo que limitó su adopción a grandes corporaciones.

Durante el periodo comprendido entre 1986 y 1990 se produjo un cambio sustancial en la forma en que las empresas gestionaban sus procesos logísticos, de producción y, por tanto, sus inventarios. Aunque la digitalización ya había comenzado con hojas de cálculo y bases de datos simples en la primera mitad de los años 80, esta etapa marcó la transición hacia lo que eventualmente se denominó sistemas de Planificación de Recursos Empresariales (ERP, por sus siglas en inglés) (Oracle NetSuite, 2020). De acuerdo con la evolución histórica de los sistemas de planificación empresarial, el concepto de Enterprise Resource Planning (ERP) surgió a comienzos de la década de 1990, cuando los sistemas MRP II ampliaron su alcance para integrar áreas funcionales adicionales como ingeniería, finanzas, recursos humanos y gestión de proyectos, dando origen a plataformas de gestión empresarial más completas (Axial ERP, 2022). Aunque la denominación “ERP” se consolidó formalmente en los años 90, fue justamente durante el periodo 1986-1990 cuando las empresas industriales comenzaron a adoptar versiones ampliadas de los sistemas MRP II que integraban inventario, producción, compras y algunos aspectos financieros.

La evolución desde MRP (Material Requirements Planning) hasta MRP II y luego hacia ERP se llevó a cabo por etapas. Como señala Investopedia, “manufacturing resource planning (MRP II) developed in the 1980s connected planning systems with accounting and inventory

forecasting, bridging the gap left by MRP” (Hayes, 2025). Durante este periodo, las compañías manufactureras establecieron el primer esbozo de integración entre inventarios y otros procesos clave: control de materiales, programación de la producción, integración de datos de compras y contabilización de inventario. Esta integración parcial permitió que los responsables del inventario superaran la lógica aislada de los sistemas de registro y hojas de cálculo, y comenzaran a unificar los datos procedentes de almacén, producción y finanzas.

La adopción de estos sistemas de gestión integrada respondió a varias necesidades críticas que emergían en la industria: reducción de excesos de inventario y costos de almacenaje, mejor sincronización entre producción y materiales, minimización de faltantes y aumento del nivel de servicio al cliente. Como apuntan diversos análisis históricos: “MRP II software emphasized an optimized manufacturing process that coordinated materials and production requirements... still limited by the lack of connections to other business functions like finance and human resources” (Halsimplify, 2024). Esta cita da cuenta de la doble naturaleza de los sistemas de la época: mejoras operativas visibles en gestión de inventario y producción, junto con limitaciones importantes en la integración empresarial total.

En términos prácticos, las implementaciones de MRP II/ERP permitieron que los responsables de inventario se alejaran progresivamente del conteo manual y de la reactividad ante desabastecimientos, para orientarse hacia una gestión más proactiva. Esta transformación permitió una mejor planificación de materiales y la reducción de niveles de inventario de seguridad, así como una mayor eficiencia en el flujo de materiales.

No obstante, la adopción de estos sistemas también estuvo marcada por barreras significativas, especialmente para el contexto de inventarios. Los costos de implementación eran elevados hardware especializado, licencias de software, consultoría, formación de usuarios,

reingeniería de procesos lo cual limitó su penetración mayoritaria a grandes corporaciones manufactureras (CTND, 2014). Según diversos estudios retrospectivos, “Most business systems at that time focused on one particular business process, The same problems with EIS software cost and accessibility remained” (CTND, 2014). En consecuencia, muchas empresas medianas o pequeñas no pudieron asumir el riesgo o la inversión requerida para adoptar estas suites integradas, lo cual generó una brecha entre los grandes implementadores y el resto.

La transición hacia ERP también implicó un cambio organizacional y cultural. Las compañías que lograron implementar estas soluciones exitosamente reconocieron que no bastaba con adquirir el software: era necesario redefinir procesos, establecer gobernanza de datos, actualizar catálogos de inventario, capacitar personal y asignar responsables de calidad de datos. Como describe la historia de ERP: “Connecting different teams and departments across a business is a foundational concept in today’s ERP” (CTND, 2014). Estas iniciativas de gobernanza fueron fundamentales para que la digitalización de inventarios pasara de simples registros electrónicos a sistemas conectados que soportaban decisiones tácticas y estratégicas.

Las empresas que adoptaron ERP en este periodo también comenzaron a beneficiarse de mejoras significativas en la administración de inventarios. Un estudio recopilatorio señala que, gracias a la integración de sistemas de producción, compras e inventario, las organizaciones pudieron reducir plazos de entrega, disminuir niveles de inventario obsoleto y mejorar la rotación de stock. Aunque los reportes específicos de reducción de costos para inventario en esta etapa son escasos, la literatura identifica claramente un impacto positivo: “associated improved data accuracy, which supported planning across multiple functions and reduced wasted inventory” (Syspro, 2020). Al respecto, la empresa Syspro comentó que la integración mejoró los procesos de planificación y redujo “ineffective reporting” y errores de inventario (Syspro, 2020).

Sin embargo, a pesar de sus beneficios, los sistemas de la época aún mantenían características operativas limitadas en comparación con los estándares contemporáneos. La mayoría de los sistemas eran on-premises, requerían altos niveles de personal técnico interno, tenían interfaces poco amigables y carecían de módulos avanzados para la gestión de almacenes (WMS) o trazabilidad en tiempo real. Además, muchas implementaciones fueron parciales, es decir, cubrían producción y compras, pero no servicios externalizados, logística de distribución o comercio electrónico. Tal como indican los relatos de evolución, “systems became more comprehensive, but were still focused primarily on the manufacturing sector” (ToDo, 2025). Esta limitación implicó que, aunque los inventarios pasaron a ser gestionados por sistemas digitales, la integración plena entre almacén, logística y finanzas aún demoraría años más.

Desde la perspectiva de gestión de inventarios, una consecuencia clave de esta etapa fue la profesionalización de la función de inventario como disciplina técnica dentro de las organizaciones manufactureras. Antes de MRP II/ERP, la gestión de inventarios estaba a menudo subordinada a contabilidad o almacén; con la introducción de sistemas integrados, emergió un rol más estratégico, donde los indicadores de rotación, obsolescencia, y días de inventario se convirtieron en métricas de gestión que dependían de sistemas informáticos compartidos (Oracle NetSuite, 2020). Este cambio situó la gestión de inventarios como un componente central de la cadena de suministro, en lugar de un mero soporte operativo.

En conclusión, el periodo 1986-1990 representa la primera fase real de automatización parcial de inventarios mediante sistemas integrados de gestión empresarial. Si bien la adopción estaba limitada a grandes empresas por su elevado coste y complejidad, la evolución desde sistemas aislados o basados en hojas de cálculo hacia plataformas centralizadas y modulares sentó las bases para las herramientas modernas de control de inventarios. Fue un momento en

que la industria aprendió a concebir el inventario no solo como stock físico, sino como dato interconectado con compras, producción y finanzas, anticipando la era del ERP completo, el WMS y la cadena de suministro digital que vendría en las décadas posteriores.

### ***1991-1995: Expansión de Códigos de Barras y Mejora en la Precisión del Inventario***

La primera década operativa de los códigos de barras, iniciada formalmente con el escaneo del primer UPC en 1974, alcanzó una fase de consolidación y expansión generalizada entre 1991 y 1995. Si bien las raíces tecnológicas del código de barras y su adopción pionera en el sector minorista ya se remontaban a la década de 1970, fue en los años noventa cuando la estandarización, la caída de costos del hardware lector y la maduración de las redes de datos impulsaron su adopción masiva en procesos logísticos más allá del punto de venta, incorporándola como herramienta central en la gestión de inventarios (GS1, 2023). Según la organización GS1, “the adoption of barcode standards and global identifiers enabled consistent item identification across supply chains”, lo que facilitó la interoperabilidad entre fabricantes, distribuidores y minoristas en todo el mundo (GS1, 2023).

La difusión del código de barras durante 1991–1995 estuvo motivada por varios factores convergentes. Primero, la reducción del costo del hardware (lectores portátiles, impresoras de etiquetas y terminología de captura automática) hizo accesible la tecnología a segmentos de la industria que antes la consideraban prohibitiva. Segundo, la presión competitiva y la necesidad de mejora en niveles de servicio empujaron a cadenas minoristas y operadores logísticos a adoptar prácticas de automatización de datos para ganar rapidez y exactitud en sus procesos. Y tercero, la consolidación de estándares globales de identificación (UPC, EAN y posteriormente GTIN bajo el paraguas de GS1) ofreció un marco técnico y organizacional para que empresas de distintos países compartieran información de producto en formatos compatibles (GS1, 2023).

Este entorno favoreció la implementación del escaneo periódico en recepción, expedición y conteos cíclicos dentro de almacenes, lo que a su vez incrementó la precisión de los registros de stock y la velocidad de conciliación.

Desde la perspectiva operativa, los beneficios principales asociados a la adopción masiva del código de barras se observaron en la reducción de errores de captura, el aumento de la velocidad de procesamiento y la mejora de la trazabilidad. Estudios y revisiones técnicas posteriores han cuantificado estos efectos: por ejemplo, revisiones de literatura y casos de implementación señalan que la captura automática mediante códigos de barras disminuye significativamente la tasa de errores humanos en la entrada de datos y reduce el tiempo requerido para procesos de recepción y preparación de pedidos (Vlachopoulou & Manthou, 2001). En términos aplicados, la sustitución del ingreso manual por escaneo incremental permitió a las empresas pasar de reconciliaciones semanales o mensuales a prácticas de conteo cíclico más frecuentes, elevando la frecuencia de verificación y, por ende, la fiabilidad del saldo de inventario disponible.

La literatura académica que analiza la implementación de sistemas de captura automática en almacenes destaca además cómo el código de barras favoreció la integración entre WMS y sistemas ERP. Antes de su expansión, muchos WMS y ERPs dependían de entradas manuales o lotes periódicos de datos; el escaneo en tiempo real permitió alimentar dichos sistemas con eventos transaccionales (recepción, ubicación, picking, despacho) que mejoraron la sincronización entre inventario físico y registros contables. Vlachopoulou & Manthou (2001) desarrollaron un modelo para la implantación de sistemas basados en código de barras que enfatizaba la necesidad de etapas secuenciales: investigación preliminar, establecimiento de objetivos, evaluación de proveedores, pruebas piloto y escalamiento. Este enfoque metodológico

contribuyó a que las implantaciones fuesen más ordenadas y con mayores posibilidades de retorno de la inversión.

Un aspecto relevante del periodo 1991–1995 fue el impacto del código de barras en los procesos de inventario en el sector minorista y en la manufactura. Supermercados y grandes tiendas, que desde la década anterior habían sido adoptantes tempranos del UPC, intensificaron el uso de escáneres en puntos de recepción y en procedimientos de inventario interno para gestionar volúmenes crecientes de SKUs y salidas rápidas. Al mismo tiempo, en manufactura y distribución, los códigos posibilitaron trazabilidad por lote y fecha de caducidad en sectores sensibles (alimentos, farmacéuticos), mejorando las prácticas FEFO/FIFO y reduciendo riesgos de deterioro. La evidencia reportada en análisis sectoriales indica que estos cambios no solo mejoraron la precisión de inventarios sino que también optimizaron la rotación y redujeron pérdidas por vencimiento o errores de picking (Vlachopoulou & Manthou, 2001).

En términos cuantitativos, si bien los estudios varían por sector y contexto, varias fuentes de la industria reportan mejoras muy significativas en la exactitud del inventario tras la adopción de códigos de barras. Por ejemplo, informes técnicos y white papers industriales señalan aumentos en la inventory accuracy desde niveles típicos del 60–70% en entornos manuales, hasta el 95–99% en operaciones que implementaron control por escaneo combinado con procesos cíclicos y políticas de control de calidad (Wasp Barcode Technologies, 2010). Aunque es necesario interpretar estos porcentajes con prudencia (diferencias metodológicas, tamaño de la muestra, sector), la tendencia es consistente: la automatización de captura de datos contribuye a un salto material en la fiabilidad de los registros almacenados (Wasp Barcode Technologies, 2010).

Además de los beneficios directos en exactitud, la expansión del código de barras habilitó mejoras en la planificación de la demanda y la reposición, porque la información de ventas y movimientos se volvió más oportuna y granular. Donde antes la detección de tendencias requería largos ciclos de consolidación de datos, el escaneo masivo permitió la alimentación rápida de sistemas de forecasting y la ejecución más frecuente de análisis S&OP. Esto, a su vez, permitió reducir niveles de inventario de seguridad al contar con señales tempranas más fiables. La visibilidad mejorada redujo quiebres y también permitió prácticas de cross-docking y desintermediación logística en algunos casos, optimizando flujos y costos (Laudon & Laudon, 2020).

No obstante, la implantación extendida de códigos de barras entre 1991 y 1995 no estuvo exenta de retos y limitaciones. En primer lugar, la calidad de los datos y la estandarización de códigos fueron problemas recurrentes: si el etiquetado no se realizaba rigurosamente en origen (fabricante), el escaneo no resolvía problemas de duplicidad, variantes de SKU o información incompleta; por ello, la gobernanza de datos y la disciplina operativa fueron tan importantes como la tecnología misma (Vlachopoulou & Manthou, 2001). En segundo lugar, existían consideraciones de inversión y retorno: la compra de lectores portátiles, impresoras de etiquetas, software de middleware y la capacitación de personal implicaron costos que debían ser evaluados frente a los beneficios esperados, lo que motivó muchas veces proyectos piloto previos al despliegue total. Finalmente, los entornos con condiciones físicas adversas (metales, humedad, reflectividad) presentaban desafíos técnicos para la lectura confiable, lo que obligó a seleccionar tecnologías y materiales de etiquetado adecuados (Vlachopoulou & Manthou, 2001).

En la literatura académica y de la industria también se ha destacado la importancia de los procesos organizacionales complementarios. La simple entrega de hardware de escaneo no

garantiza mejoras en la precisión del inventario; es esencial implementar procedimientos de control, políticas de reubicación, formación operativa y ciclos de revisión de calidad de datos. Estudios de implementación han mostrado que los proyectos más exitosos combinaron tecnología con reingeniería de procesos, documentación operativa y un plan de gestión del cambio que involucraba a usuarios clave y gerencia media (Vlachopoulou & Manthou, 2001). Estas lecciones fueron determinantes para que el código de barras se transformase en una tecnología operativa madura y confiable al final de la década.

Finalmente, la expansión de los códigos de barras entre 1991 y 1995 no solo mejoró la exactitud del inventario a nivel micro (punto de control) sino que constituyó un pilar técnico para posteriores desarrollos: la estandarización en la identificación de ítems facilitó la adopción de EDI, la creación de catálogos electrónicos, la integración multicanal y sentó la base para tecnologías futuras como RFID y códigos 2D. En otras palabras, el despliegue masivo del escaneo automático durante esta etapa fue un paso imprescindible en la evolución hacia cadenas de suministro más interconectadas, predictivas y eficientes (Vlachopoulou & Manthou, 2001).

### ***1996-2000: Crecimiento del comercio electrónico y la necesidad de sincronización de inventarios***

Con el auge del comercio electrónico, se hizo evidente la necesidad de sincronizar en tiempo real los inventarios con plataformas de venta en línea. Empresas como Amazon comenzaron a desarrollar sistemas avanzados de gestión de stock para optimizar la entrega y reducir la falta de disponibilidad de productos. También se popularizó el uso de software de gestión de almacenes (WMS), permitiendo un mayor control de los niveles de inventario.

### ***2001-2005: Introducción de RFID y Automatización Avanzada***

El periodo comprendido entre 2001 y 2005 representó un punto de inflexión en la evolución tecnológica de la gestión de inventarios, caracterizado por la introducción y rápida expansión de la tecnología de Identificación por Radiofrecuencia (RFID) como herramienta fundamental para la trazabilidad y control automatizado de los flujos de mercancía. Esta tecnología, aunque concebidas décadas antes, alcanzó en estos años un nivel de madurez técnica y de accesibilidad que permitió su implementación en grandes centros de distribución y cadenas de suministro globales, transformando de forma radical la manera en que las empresas registraban, rastreaban y gestionaban los inventarios en tiempo real.

De acuerdo con Wyld (2025) la RFID se consolidó a comienzos del siglo XXI como una alternativa más potente y flexible frente al código de barras, ya que RFID ofrece la capacidad de identificar y rastrear artículos individuales sin requisitos de línea de visión, lo que permite la captura automatizada de datos a velocidades sin precedentes. A diferencia del escaneo óptico tradicional, la RFID permitía lectura simultánea de múltiples etiquetas, sin necesidad de alineación visual, lo cual incrementó la eficiencia en operaciones de carga, descarga y despacho. Este salto tecnológico abrió la puerta a la automatización avanzada en centros logísticos y manufactureros, donde el flujo de materiales comenzó a integrarse con los sistemas ERP y WMS de forma casi instantánea.

Uno de los hitos más destacados del periodo fue el mandato de Wal-Mart y del Departamento de Defensa de los Estados Unidos (DoD), quienes en 2003 exigieron a sus principales proveedores la adopción de etiquetas RFID estandarizadas (EPCglobal) para pallets y cajas antes de 2005. Un hito ampliamente reconocido en la historia de la tecnología RFID en la gestión de la cadena de suministro ocurrió cuando Wal-Mart anunció en 2003 que sus principales

proveedores debían comenzar a implementar etiquetas RFID en pallets y contenedores, marcando un punto de inflexión en la adopción de esta tecnología por parte de la industria global (Ward, 2004). Este requerimiento no solo impulsó a miles de proveedores a invertir en infraestructura de identificación automática, sino que también generó un efecto dominó que aceleró la investigación, estandarización y despliegue de soluciones RFID en múltiples sectores del retail y la logística. Investigaciones académicas posteriores han corroborado que iniciativas de este tipo han promovido avances significativos en visibilidad del inventario, reducción de errores de registro y mejoras en la eficiencia operativa, al incorporar tecnologías de identificación automática dentro de procesos logísticos integrados (McFarlane & Sheffi, 2003).

En el contexto logístico, los beneficios inmediatos de la RFID se evidenciaron en reducción de tiempos operativos, disminución de errores de registro y aumento de la visibilidad del inventario. Diversos estudios han demostrado que la aplicación de tecnología RFID en las cadenas de suministro mejora significativamente la visibilidad del inventario en tiempo real, facilitando la captura automática de datos y la toma de decisiones operativas más precisas. Por ejemplo, investigaciones cuantitativas señalan que la utilización de RFID permite una mejora sustancial en la gestión de inventarios al reducir errores y aumentar la exactitud de los registros, lo que redundará en mejores niveles de servicio al cliente y eficiencia operativa (Lee, Cheng, & Tat Leung, 2009). Además, se ha documentado que la tecnología RFID proporciona lectura automatizada de etiquetas sin requerir línea de vista directa, lo que incrementa la fiabilidad de la visibilidad y el seguimiento de productos a lo largo de la cadena de suministro (Jones & A. Chung, 2008).

Diversos estudios académicos coinciden en que la introducción de tecnologías RFID a comienzos del siglo XXI marcó un punto de inflexión en la gestión de inventarios, al facilitar la

transición desde sistemas de control predominantemente reactivos hacia enfoques más predictivos y proactivos. En este sentido, Ngai, Moon, & Riggins (2008) señalan que la RFID permitió integrar de manera más estrecha los flujos físicos y de información dentro de la cadena de suministro, posibilitando una mayor visibilidad del inventario y una mejor capacidad para anticipar quiebres de stock y ajustar dinámicamente las estrategias de reposición. Esta integración fortaleció la sincronización entre la demanda real y la disponibilidad de productos, contribuyendo a una mayor agilidad operativa y capacidad de respuesta organizacional.

No obstante, la adopción inicial de la RFID enfrentó importantes limitaciones técnicas y económicas. Investigaciones tempranas evidencian que los elevados costos unitarios de las etiquetas, junto con restricciones tecnológicas relacionadas con el rango de lectura, la interferencia electromagnética y el desempeño en entornos complejos, limitaron su implementación a gran escala durante los primeros años. Attaran (2007) destaca que estas barreras hacían económicamente viable el despliegue de RFID principalmente en productos de alto valor o en sistemas de circuito cerrado, donde los beneficios derivados de la precisión y trazabilidad superaban los costos de adopción. En consecuencia, la aplicación de esta tecnología se concentró inicialmente en sectores como el farmacéutico, automotriz y aeroespacial, caracterizados por altos requerimientos de control, seguridad y exactitud en la gestión del inventario.

De manera paralela, durante la primera mitad de la década de 2000 surgieron las soluciones de middleware RFID, concebidas como plataformas intermedias encargadas de capturar, filtrar y depurar los grandes volúmenes de datos generados por los lectores antes de su integración con los sistemas empresariales, como los ERP. Estas arquitecturas permitieron resolver el problema de la sobrecarga informativa derivada de la lectura masiva y continua de

etiquetas, transformando datos en bruto en información relevante para la gestión. En este sentido, (Abawajy & Mahdin, 2011) destacan que el middleware RFID cumple una función crítica al convertir los eventos técnicos de lectura en eventos de negocio significativos, facilitando su uso en procesos operativos y de toma de decisiones. Como resultado, los flujos de información de inventario comenzaron a integrarse de forma más coherente y estructurada a las aplicaciones empresariales, favoreciendo decisiones logísticas más ágiles, precisas y alineadas con la realidad física de la cadena de suministro.

La estandarización del código EPC (Electronic Product Code) por parte de EPCglobal también fue determinante. Este sistema universal de identificación, gestionado por GS1, permitió que diferentes actores de la cadena compartieran información en un formato común. Según GS1 (2005), El desarrollo de la red EPC estableció un marco común para la identificación de productos, lo que permitió avanzar hacia una mayor visibilidad y trazabilidad a escala global dentro de las cadenas de suministro. En consecuencia, las grandes corporaciones comenzaron a visualizar la RFID no solo como una herramienta operativa, sino como un componente estratégico para la gestión integral de la cadena de suministro.

Desde el ámbito académico, la tecnología RFID adquirió rápidamente relevancia como objeto de estudio prioritario en el análisis de la transformación digital de las cadenas de suministro. Diversas investigaciones han examinado su potencial para mejorar la trazabilidad, automatizar procesos operativos y fortalecer la gestión del conocimiento organizacional dentro de los sistemas logísticos. En este sentido, Ngai, Moon, & Riggins (2008) señalan que la RFID se consolidó como un habilitador clave de cadenas de suministro más inteligentes, al facilitar la integración de información, aumentar la capacidad de respuesta y mejorar la visibilidad de los flujos de inventario a lo largo de la red logística.

En el sector minorista, la adopción inicial de RFID por parte de Metro Group (Alemania) y Tesco (Reino Unido) demostró el valor del rastreo automatizado en puntos de venta y centros de distribución. Metro Group, pionera en el concepto de “Future Store”, reportó en 2004 mejoras sustanciales en tiempos de reposición y reducción de pérdidas por extravío de producto.

De acuerdo con un informe técnico del Metro Group (Wolfram, 2004), la implementación de tecnología RFID permitió disminuir en un 30 % las actividades de escaneo manual y aumentar en un 9 % la disponibilidad de productos en estantería, lo que impulsó a otros minoristas de Europa y Norteamérica a desarrollar iniciativas piloto similares orientadas a evaluar los beneficios de esta tecnología.

Finalmente, el periodo 2001–2005 puede caracterizarse como la fase de adopción temprana y estandarización de la RFID, en la que las organizaciones comenzaron a comprender su potencial estratégico. Según resúmenes de los informes de AMR Research, la evolución de la tecnología RFID en 2005 fue vista como un periodo de transición realista, donde los despliegues masivos seguían enfrentando desafíos, aunque muchas organizaciones estaban empezando a planear e implementar pilotos más amplios de RFID en sus cadenas de suministro (RFID Journal, 2005).

### ***2006-2010: Implementación de Análisis de Datos en la Gestión de Inventarios***

Entre 2006 y 2010, la gestión de inventarios entró en una etapa decisiva marcada por la integración del análisis de datos y la minería de información como herramientas estratégicas para la toma de decisiones. Las empresas comenzaron a comprender que los datos generados por sus sistemas ERP y WMS podían transformarse en conocimiento útil para predecir la demanda, optimizar niveles de stock y reducir costos de almacenamiento. Thomas Davenport (2006) (Davenport, 2007), en su influyente publicación *Competing on Analytics*, afirmaba que las

organizaciones que lograran “convertir los datos en ventajas competitivas sostenibles serían los líderes del futuro”, planteando una visión en la que la analítica se convertiría en el nuevo eje de la eficiencia operativa.

Durante esta década, el análisis de datos pasó de ser una función descriptiva a un instrumento predictivo. Las empresas comenzaron a utilizar herramientas de Business Intelligence (BI) y data warehousing que permitían consolidar información proveniente de múltiples fuentes: ventas, inventarios, proveedores y transporte. El surgimiento de sistemas como SAP Business Warehouse o Oracle BI Suite facilitó el procesamiento de grandes volúmenes de información y su interpretación mediante tableros de control visuales (Fildes & Goodwin, 2009). Esta evolución posibilitó el surgimiento de modelos de pronóstico de demanda más precisos, que incorporaban factores estacionales, históricos y externos, reduciendo los errores de predicción y permitiendo ajustar dinámicamente las políticas de reabastecimiento.

La literatura académica de la época ya destacaba el papel del análisis predictivo en la administración de inventarios. Fildes & Goodwin (2009), en su estudio publicado en el *International Journal of Forecasting*, demostraron que las organizaciones que combinaban modelos estadísticos avanzados con juicio experto lograban reducciones del error de pronóstico superiores al 20% frente a métodos tradicionales. Este hallazgo impulsó la adopción de sistemas de planificación de ventas y operaciones (S&OP) basados en analítica, que facilitaban la alineación entre áreas como producción, logística y marketing. Asimismo, el demand sensing la capacidad de detectar variaciones de la demanda en tiempo casi real empezó a aplicarse en grandes minoristas y fabricantes de bienes de consumo masivo, impulsando prácticas de respuesta ágil frente a la volatilidad del mercado (Oliva & Watson, 2010).

El caso de Walmart se convirtió en un referente mundial durante este periodo. La compañía implementó su plataforma Retail Link, un ecosistema de datos compartidos entre proveedores y la cadena de distribución, que permitía monitorear en tiempo real las ventas y los niveles de inventario en cada tienda. Este modelo, respaldado por infraestructura de data warehousing, se apoyaba en técnicas de minería de datos para identificar patrones de consumo y anticipar rupturas de stock (Waller & Fawcett, 2013). Los resultados reportados indicaron una mejora del 15% en la rotación de inventarios y una reducción del 10% en los costos logísticos totales, gracias a la sincronización de información entre proveedores y puntos de venta.

De igual manera, empresas europeas como Tesco y Carrefour comenzaron a integrar herramientas de análisis predictivo en sus cadenas de suministro, combinando modelos estadísticos con algoritmos de optimización para definir niveles de seguridad de inventario y parámetros de reorden (Mišić, 2019). En manufactura, el uso de sistemas Advanced Planning and Scheduling (APS) permitió la integración de información de inventarios con las órdenes de producción, mejorando la precisión en la planificación de materiales y reduciendo desperdicios (Chongwatpol & Sharda, 2013). Estas aplicaciones anticipaban la tendencia posterior hacia la analítica avanzada y el machine learning.

A nivel metodológico, las organizaciones pasaron de trabajar con datos históricos agregados a analizar transacciones detalladas, lo que requirió una mejora sustancial en la calidad de los datos. Hazen, (2014) subraya que la efectividad de cualquier modelo analítico dependía directamente de la integridad y consistencia de los registros de inventario. En esta línea, surgieron roles especializados, como los data stewards y los analistas de supply chain, encargados de garantizar la confiabilidad de la información y traducir los hallazgos analíticos en acciones operativas concretas.

Sin embargo, la implementación de estas tecnologías no estuvo exenta de desafíos. En primer lugar, los costos asociados al desarrollo de infraestructura tecnológica (servidores, software, licencias) eran elevados, lo que restringía su adopción a grandes corporaciones. En segundo lugar, la carencia de talento especializado limitaba la explotación de las herramientas disponibles. Por último, el cambio cultural hacia una gestión basada en datos requirió la reestructuración de procesos internos y una mayor colaboración interdepartamental (Hazen, 2014). No obstante, los beneficios tangibles logrados en empresas líderes motivaron a otras organizaciones a iniciar procesos de transformación analítica en los años siguientes.

Finalmente, el período 2006–2010 representó un punto de inflexión en la evolución de la gestión de inventarios. La analítica de datos se consolidó como un instrumento esencial para la eficiencia logística, marcando el tránsito desde modelos puramente reactivos hacia una planificación basada en información y predicciones. Los cimientos metodológicos y tecnológicos establecidos en esta época gobernanza de datos, integración ERP-WMS, y adopción de BI prepararon el terreno para la incorporación posterior del Big Data y la Inteligencia Artificial, que transformarían radicalmente las cadenas de suministro en la siguiente década.

### ***2011-2015: Expansión del Big Data y Primeras Aplicaciones de Inteligencia Artificial.***

Durante el periodo comprendido entre 2011 y 2015, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) experimentaron un avance sin precedentes con la irrupción del Big Data, un fenómeno que transformó radicalmente la forma en que las empresas administraban sus inventarios y gestionaban la información logística. Las cadenas de suministro comenzaron a generar y almacenar volúmenes de datos de una magnitud hasta entonces impensable, provenientes de múltiples fuentes: sistemas ERP, plataformas de comercio electrónico, sensores,

redes sociales y dispositivos móviles. Esta disponibilidad masiva de información abrió nuevas posibilidades para el análisis predictivo y la toma de decisiones basadas en evidencia, permitiendo a las organizaciones pasar de una lógica reactiva a una gestión proactiva y anticipatoria del inventario. Como señalan (Wamba, 2015), el Big Data en la cadena de suministro “ha modificado la estructura misma de la planificación logística, desplazando la intuición gerencial hacia modelos basados en datos y análisis empíricos” (pág. 92).

La expansión del Big Data durante este quinquenio estuvo acompañada de un cambio en la infraestructura tecnológica. Las empresas adoptaron arquitecturas de almacenamiento distribuidas, conocidas como data lakes, y comenzaron a utilizar herramientas de procesamiento masivo como Hadoop y Spark, las cuales permitían analizar en minutos volúmenes de información que antes requerían días de procesamiento (Gandomi & Haider, 2015). Este salto técnico posibilitó integrar datos de diversas áreas —ventas, transporte, inventarios, proveedores y comportamiento del consumidor— en un mismo entorno analítico. En este contexto, la administración de inventarios dejó de depender únicamente de reportes históricos o de modelos estadísticos simples y comenzó a nutrirse de algoritmos más sofisticados que aprovechaban la potencia del aprendizaje automático (machine learning).

La literatura académica de la época ya comenzaba a reconocer el potencial del Big Data para redefinir la gestión de inventarios. Hazen, (2014) subrayan que la calidad y la estructura de los datos eran factores determinantes para alcanzar resultados tangibles, pues “los errores o la inconsistencia en los registros pueden amplificarse a través de los sistemas analíticos, generando decisiones ineficientes en toda la cadena de suministro” (p. 74). A partir de este planteamiento, la gobernanza de los datos se convirtió en un eje central para las organizaciones que buscaban obtener ventajas competitivas a partir del análisis de grandes volúmenes de información. Por

primera vez, el área logística comenzó a integrar roles especializados en análisis y gestión de datos, surgiendo los llamados data analysts y data stewards logísticos.

En paralelo, las grandes corporaciones comenzaron a invertir en plataformas analíticas que transformaron la gestión de inventarios. Walmart, pionera en la adopción de la analítica avanzada, integró herramientas de minería de datos en su plataforma Retail Link para monitorear en tiempo real la rotación de productos y ajustar automáticamente los pedidos a proveedores. Según Waller & Fawcett (2013) el sistema permitió reducir los niveles de inventario y los costos asociados a la sobreacumulación, al mismo tiempo que incrementó la exactitud de los pronósticos de demanda. En el sector minorista británico, Tesco aprovechó su programa de fidelidad Clubcard para recopilar millones de transacciones y transformarlas en información valiosa sobre patrones de consumo, optimizando la asignación de inventarios por categoría y punto de venta (PLC Tesco, 2016). Estas estrategias reflejaban una tendencia global hacia la centralización de la información logística y la adopción de modelos predictivos cada vez más complejos.

La incorporación de la inteligencia artificial en esta etapa aún era incipiente, pero comenzó a demostrar su potencial para automatizar decisiones operativas. Algunas empresas implementaron algoritmos de machine learning para estimar la demanda futura de productos, ajustando en tiempo real los niveles de inventario según las condiciones del mercado o los comportamientos de los consumidores. Bertsimas, Kallus, & Hussain (2016) destacan que las herramientas de IA aplicadas a la cadena de suministro “permiten no sólo predecir la demanda, sino también aprender de la incertidumbre y adaptar dinámicamente las políticas de inventario” (p. 2007). Este cambio implicó un tránsito desde los modelos deterministas tradicionales hacia

sistemas capaces de incorporar la variabilidad del entorno y generar recomendaciones automatizadas.

En el ámbito industrial, las soluciones de análisis predictivo se integraron en sistemas de planificación avanzada (Advanced Planning and Scheduling, APS) que sincronizaban la gestión de inventarios con la producción y el abastecimiento. Empresas manufactureras de sectores como la automoción, la electrónica y los bienes de consumo comenzaron a utilizar modelos estadísticos combinados con IA para anticipar faltantes de materiales y optimizar la programación de compras. Según Davenport (2007) este enfoque representó el comienzo de una etapa distinta en la gestión organizacional, en la cual la información y el análisis de datos pasaron a ocupar un papel central como factores clave para mejorar la eficiencia de las operaciones.

La aplicación del Big Data no sólo generó beneficios en eficiencia y reducción de costos, sino que también mejoró la visibilidad y la trazabilidad a lo largo de la cadena. Las empresas que lograron integrar sus sistemas internos con los de sus proveedores y distribuidores obtuvieron ventajas en tiempo de respuesta y capacidad de adaptación frente a la volatilidad de la demanda. No obstante, como advierte Mišić (2019), muchas organizaciones enfrentaron desafíos relacionados con la calidad de los datos, la falta de integración entre plataformas y la resistencia cultural al cambio tecnológico. En este sentido, los años 2011–2015 pueden considerarse una etapa de transición: la analítica comenzó a demostrar su potencial, pero su adopción aún se concentraba en las grandes corporaciones con mayores capacidades tecnológicas y financieras.

En síntesis, este periodo consolidó las bases de lo que hoy se conoce como analítica avanzada aplicada a la cadena de suministro. El Big Data permitió ampliar el horizonte de la gestión de inventarios desde una función meramente operativa hacia un proceso estratégico sustentado en el conocimiento derivado de los datos. La inteligencia artificial comenzó a ser

vista como una herramienta capaz de aprender, adaptarse y tomar decisiones dentro de entornos logísticos cada vez más dinámicos. Las experiencias de empresas líderes como Walmart y Tesco, junto con los avances en modelado predictivo y gobernanza de datos, marcaron un punto de inflexión en la administración moderna de inventarios, abriendo el camino para la automatización inteligente y las cadenas de suministro 4.0 de la década siguiente.

### ***2016-2020: Avance del Internet de las Cosas (IOT) y Blockchain en la Gestión de Inventarios***

Entre 2016 y 2020 la administración de inventarios entró en una nueva fase de madurez tecnológica: la convergencia del Internet de las Cosas (IoT) y las plataformas de registro distribuido (blockchain) posibilitó un salto cualitativo en la visibilidad, trazabilidad y control en tiempo real de los activos en la cadena de suministro. El IoT extendió la capacidad de observación desde la lectura puntual (códigos de barras, RFID puntuales) hacia una monitorización continua mediante sensores conectados que emitían telemetría sobre ubicación, temperatura, humedad y estado del embalaje. Esta instrumentación masiva permitió que los responsables de inventario pudieran “ver” el movimiento y la condición de los productos a lo largo de todo su ciclo logístico, reduciendo la incertidumbre y acelerando la detección de problemas operativos por ejemplo, derivas de temperatura en productos perecederos o desviaciones de ruta en transporte, lo que a su vez habilitó respuestas proactivas como rerouting, recepciones priorizadas o activación de protocolos FEFO/FIFO. La literatura de revisión y los estudios empíricos de la época coinciden en que el IoT transformó la gestión de inventarios de un modelo reactivo a uno proactivo y basado en eventos.

La adopción práctica del IoT en almacenes y centros de distribución asumió múltiples formas: desde sensores de posición y beacons BLE en pasillos para guiar pickers, hasta sensores de temperatura en cámaras frigoríficas y dispositivos telemétricos en flotas de reparto. Gigantes

del retail y la logística empezaron a integrar estas fuentes en sus WMS/ERP: Walmart, por ejemplo, desplegó sensores IoT para supervisar condiciones de refrigeración y otras variables de sus tiendas, recibiendo volúmenes masivos de mensajes diarios que son analizados para mantenimiento predictivo y control de stock sensible; Amazon y otros operadores complementaron sensores con robótica y visión por computador para optimizar rutas de picking y reducir tiempos de ciclo en fulfillment. Estas implementaciones demostraron que la instrumentación del inventario no sólo mejora la exactitud del registro, sino que reduce tiempos de manipulación, mermas por condiciones inadecuadas y riesgos de incumplimiento regulatorio en cadenas de frío.

Al combinar IoT con análisis en la nube y edge computing, las organizaciones lograron procesar datos en dos niveles: acciones inmediatas en el borde (por ejemplo, detener una cinta cuando un sensor detecta un golpe) y análisis agregados en la nube para tendencias y mantenimiento predictivo. Esta arquitectura híbrida fue crítica para la gestión de inventarios bajo altos volúmenes de eventos: la latencia y el ancho de banda requerían que decisiones urgentes se tomaran localmente, mientras que las decisiones de planificación y optimización se apoyaban en modelos centralizados. Los estudios sobre adopción señalan que esta separación (edge vs cloud) fue uno de los factores que permitió escalar el IoT sin colapsar las redes de datos ni saturar los sistemas centrales, habilitando además políticas automáticas de reabastecimiento cuando se detectaban patrones de consumo atípicos en tiempo casi real.

En paralelo, la incorporación de blockchain como herramienta para la trazabilidad se consolidó en sectores que exigían integridad de la información y transparencia verificable, como la alimentación y la farmacéutica. El interés de grandes actores por explorar ledgers distribuidos se tradujo en pilotos y en iniciativas de escala: Walmart, en colaboración con IBM, ejecutó

pilotos en los que el trazado de productos perecederos (mango y cerdo, entre otros) pasó de requerir días para identificar procedencia a resolverse en segundos, mejorando la respuesta ante alertas sanitarias y permitiendo aislar lotes problemáticos con rapidez. De igual forma, consorcios industriales impulsaron plataformas blockchain para compartir eventos logísticos y documentos de transporte con un registro inmutable que mejora la confianza entre actores heterogéneos. Estas aplicaciones mostraron que blockchain no sustituye sensores ni WMS, pero aporta una capa de confianza para la verificación de eventos y la reducción de disputas comerciales y de origen de datos.

Las sinergias entre IoT y blockchain fueron especialmente relevantes: los sensores generan eventos (lecturas de temperatura, ubicación GPS, ID de pallet) que, cuando se registran en un ledger distribuido, ofrecen una huella inmutable de la historia de un activo. Esto facilita auditorías, recall management y cumplimiento regulatorio. En la práctica, se combinaron técnicas: el IoT aporta la “visión” y la telemetría, mientras que el blockchain certifica la integridad de los eventos y su orden temporal para garantizar trazabilidad confiable entre múltiples actores. La literatura técnica subraya que la interoperabilidad entre ambas tecnologías es prometedora, pero requiere resolver desafíos de escalabilidad, privacidad y gobernanza de datos, pues no siempre es viable almacenar grandes volúmenes de telemetría en una blockchain pública; por ello, muchas soluciones optaron por almacenar hashes o punteros a datos fuera de cadena (off-chain) con metadatos en el ledger.

Los casos de uso reales durante 2016–2020 ilustran beneficios concretos y lecciones operativas. En el retail de gran volumen, el uso de IoT para monitorizar cámaras de frío combinada con alertas registradas en plataformas de trazabilidad redujo las mermas y los rechazos por condiciones inadecuadas; Walmart pasó a exigir a sus proveedores mayor

capacidad de trazabilidad y promovió la adopción de soluciones de cadena de confianza para leafy greens tras brotes de E. coli, subrayando la capacidad de estas tecnologías para mejorar la respuesta a incidentes sanitarios. En el transporte global, iniciativas como TradeLens (Maersk–IBM) demostraron el potencial de un registro compartido para agilizar documentación y visibilidad de contenedores, aunque su trayectoria también evidenció tensiones comerciales y retos de gobernanza, lo que llevó a aprendizajes sobre modelos abiertos vs. control por parte de actores dominantes. Estos ejemplos muestran que las tecnologías aportan valor real, pero su despliegue a escala demanda acuerdos de interoperabilidad, estándares y modelos de negocio que incentiven la participación amplia.

No obstante, la adopción encontró importantes fricciones. En el plano técnico, la heterogeneidad de sensores, protocolos inalámbricos y estándares de datos complicó la integración homogénea en WMS y ERPs tradicionales; en el plano económico, la inversión en hardware IoT, conectividad, y plataformas de ledger representó un coste que sólo algunas organizaciones pudieron absorber con rapidez. Más aún, la entrada de blockchain planteó debates sobre privacidad, propiedad de la información y quién administra la capa de confianza: la experiencia de TradeLens (y su eventual discontinuación en 2022) mostró que las soluciones de ledger deben atender no sólo la tecnología sino también los incentivos comerciales y la neutralidad para evitar bloqueos de adopción. Finalmente, la combinación IoT–blockchain demandó gobernanza clara sobre la calidad de los datos capturados por sensores (garantía de integridad en el origen), pues una cadena de bloques que registra datos erróneos no resuelve el problema de la información defectuosa.

Desde la perspectiva del control de inventarios, los efectos fueron palpables: mejor visibilidad en tránsito, reducción de tiempos de reconciliación, mayor capacidad para ejecutar

recalls selectivos y disminución de pérdidas por condiciones ambientales no detectadas. A su vez, la instrumentación permitió políticas de inventario más finas (por ejemplo, ajustar ventanas de seguridad según riesgo de deterioro medido por sensores), optimizar la rotación y reducir niveles de stock de seguridad cuando la trazabilidad y la velocidad de reposición aumentaban. Investigaciones de revisión y casos empíricos publicados durante y después de este periodo confirman que la combinación IoT+analytics+blockchain incrementó la resiliencia y la capacidad de respuesta de las cadenas, especialmente en productos sensibles y redes multisectoriales complejas.

En conclusión, 2016–2020 fue el período en que la promesa de la “cadena de suministro digital” se volvió implementable: el IoT entregó la sensorización y la visión en tiempo real que los inventarios necesitaban, mientras que el blockchain ofreció una capa de confianza y trazabilidad que resultó especialmente valiosa en sectores regulados. Sin embargo, esta fase también mostró que la tecnología por sí sola no basta: el valor real dependió de arquitecturas híbridas (edge + cloud), de modelos de gobernanza y de acuerdos comerciales que permitieran interoperar y compartir datos sin fricciones. Las lecciones aprendidas en estos años sentaron las bases para la mayor integración tecnológica y la adopción de gemelos digitales, analítica avanzada y automatización robótica que caracterizarían la siguiente etapa de la Logística 4.0.

### ***2021-Actualidad: Aplicación de Inteligencia Artificial y Automatización Total***

La combinación de Inteligencia Artificial, Machine Learning y Robótica ha llevado la gestión de inventarios a un nuevo nivel. Empresas líderes como Amazon han implementado almacenes automatizados con robots que gestionan la organización de productos sin intervención humana, mejorando significativamente la eficiencia operativa. Estos sistemas, impulsados por IA generativa y algoritmos de predicción, permiten anticipar la demanda y optimizar los niveles de

inventario de acuerdo con el comportamiento del mercado (Bensinger, 2025). En efecto, Amazon ha desplegado más de 750.000 robots móviles en sus centros de cumplimiento, logrando reducir los costos de operación en aproximadamente un 25 % gracias a la automatización y el análisis predictivo de datos (Times, 2025). Desde 2021 hasta el presente, la adopción de *Inteligencia Artificial (IA)*, aprendizaje automático (Machine Learning), automatización robótica y tecnologías de agente inteligente ha transformado profundamente la gestión de inventarios, impulsando la capacidad predictiva de las cadenas de suministro.

Asimismo, la implementación de redes 5G ha fortalecido considerablemente la capacidad de los sistemas de gestión de inventarios para procesar y transmitir grandes volúmenes de datos en tiempo real, lo que facilita la monitorización continua de productos tanto en almacenes como en tránsito. La elevada velocidad y baja latencia de 5G, cuando se combina con dispositivos de IoT y sensores inteligentes, permite actualizaciones instantáneas del estado del inventario y un intercambio de datos fluido entre dispositivos conectados, favoreciendo una visibilidad más amplia y precisa de los niveles de existencias. De acuerdo con estudios recientes, estas mejoras tecnológicas contribuyen a optimizar la gestión de inventarios y a reducir errores humanos y pérdidas asociadas a la falta de información en tiempo real (Biswas & Sanyal, 2023). Por otro lado, la computación en la nube ha revolucionado el acceso a plataformas de inventarios, facilitando la integración entre proveedores, distribuidores y minoristas, y permitiendo una conectividad permanente y segura.

En 2025, la gestión de inventarios ha evolucionado hacia un enfoque integral basado en tecnologías 4.0, donde la IA generativa, la analítica predictiva avanzada y el aprendizaje profundo (Deep Learning) permiten anticipar comportamientos de consumo con una precisión sin precedentes. Las cadenas de suministro adoptan gemelos digitales para simular escenarios de

abastecimiento y evaluar riesgos en tiempo real, lo que reduce significativamente los desabastecimientos y excesos de stock (McKinsey & Company, 2024a). Estas representaciones virtuales facilitan una visión integral del sistema logístico y permiten probar estrategias de gestión antes de su implementación real. La automatización total ya no solo se limita a los centros de distribución, sino que se extiende a toda la red logística mediante robots colaborativos (cobots), drones de inventario y sistemas de visión artificial que monitorean niveles de stock de manera autónoma. Paralelamente, la integración de blockchain fortalece la trazabilidad y transparencia de la información en toda la cadena, garantizando la autenticidad de los datos de inventarios y generando confianza entre los actores (Stroumpoulis, 2024).

Las tecnologías 4.0 no operan de forma aislada, sino que se interconectan para crear sistemas inteligentes de administración de la cadena de suministro. Entre las más relevantes se destacan:

**Inteligencia Artificial (IA) y Aprendizaje Automático (ML).** Aplicados en modelos predictivos que anticipan la demanda con mayor exactitud. Permiten ajustar los niveles de inventario en tiempo real según cambios de mercado o patrones de consumo. Favorecen la detección de anomalías y optimización en la rotación de productos. La IA y el ML han dejado de ser meras pruebas de concepto para convertirse en herramientas centrales de los sistemas de previsión y control de inventarios. Hoy se aplican modelos de series temporales avanzados (RNN, LSTM), ensamblajes tipo LightGBM/XGBoost y arquitecturas híbridas (MLP + LightGBM) para predecir la demanda a múltiples horizontes (horas, días, semanas) y para generar señales de reposición automática. Estas técnicas permiten ajustar los niveles de inventario de manera dinámica mediante mecanismos de retroalimentación continua, en los cuales los puntos de pedido y los niveles de stock de seguridad se actualizan automáticamente en

función de cambios en variables externas como promociones, estacionalidad, condiciones climáticas o eventos locales. En este sentido, la literatura reciente sobre analítica predictiva y control adaptativo en inventarios destaca que la integración de datos en tiempo real con modelos avanzados de aprendizaje automático mejora la capacidad de respuesta de los sistemas de reposición y reduce la rigidez de los esquemas tradicionales basados en parámetros fijos (Bertsimas D. &, 2020).

Adicionalmente, la inteligencia artificial facilita la detección temprana de anomalías operativas, como picos de demanda atípicos o errores en los registros de entrada y salida de inventario, mediante técnicas de aprendizaje no supervisado, modelos basados en densidad y análisis de patrones. Estas aproximaciones contribuyen a disminuir pérdidas, mejorar la rotación de inventarios y fortalecer la confiabilidad de la información. Evidencia empírica reciente demuestra que la implementación de modelos de pronóstico y monitoreo impulsados por IA puede reducir de forma significativa el error de predicción y la incidencia de quiebres de stock, siempre que las organizaciones cuenten con una infraestructura de datos adecuada y prácticas sólidas de gobernanza de modelos analíticos (Babai, 2020).

**Internet de las Cosas (IoT).** El Internet de las Cosas constituye la capa física de sensorización que permite capturar datos operativos en tiempo real sobre el estado de los productos y activos logísticos, tales como temperatura, humedad, vibración y localización. A través de sensores inteligentes y tecnologías de comunicación como BLE, LoRa, GPS y UWB, las organizaciones pueden monitorear de forma continua inventarios en tránsito y en almacenes, mejorando significativamente la visibilidad, la trazabilidad y el control operativo. Esta capacidad resulta especialmente crítica en cadenas de suministro de productos perecederos y farmacéuticos, donde el monitoreo continuo de condiciones ambientales permite detectar desviaciones, activar

alertas tempranas y ejecutar acciones correctivas como la reubicación de mercancía o el rechazo de lotes no conformes (M, E., & Z, 2019)

Asimismo, la integración de dispositivos IoT con plataformas en la nube facilita la trazabilidad de los envíos mediante mecanismos como el geo-fencing y el registro histórico de condiciones durante el transporte, lo que contribuye a reducir pérdidas por deterioro o extravío y a fortalecer el cumplimiento de requisitos regulatorios y de calidad. Revisiones recientes de la literatura destacan que la combinación de IoT y analítica en la nube mejora la data freshness — entendida como la rapidez y utilidad de los datos para la toma de decisiones— y habilita casos de uso avanzados como inventarios casi continuos, visibilidad de activos en tránsito y mantenimiento predictivo de equipos en centros de distribución (Atzori, Iera, & Morabito, 2010).

**Robótica y Automatización Avanzada.** Robots móviles autónomos (AMR) y cobots que gestionan el picking y reabastecimiento de manera eficiente. Uso de drones para conteo y control de inventarios en grandes almacenes. Minimización de errores humanos y reducción de tiempos de operación. La robótica de almacén evolucionó desde sistemas fijos AS/RS hacia robots móviles autónomos (AMR) y cobots colaborativos que comparten espacio con operarios. AMR integrados con WMS/WES realizan transporte interno, optimizan rutas en tiempo real y reducen tiempos de ciclo; cobots asisten en picking de piezas pequeñas y manipulación delicada. Empíricas recientes y revisiones (2023–2025) muestran mejoras en throughput y reducción de errores; además, empresas como Amazon continúan desplegando nuevas generaciones de robots con capacidades de visión y tacto (Sparrow, Vulcan), y operaciones como IKEA y Verity usan drones para conteo de inventario con precisión alta (Verity/Ikea). Los drones indoor/outdoor automatizan conteos cíclicos, alcanzan niveles de exactitud del inventario muy altos y liberan mano de obra para tareas de mayor valor (casos documentados de despliegue global). Sin

embargo, la integración física (infraestructura), la seguridad operacional y la regulación (drones indoor/airspace) son aspectos a gestionar (Roth, The Verge, 2024)

**Gemelos Digitales (Digital Twins).** Representaciones virtuales de inventarios y almacenes que simulan escenarios de demanda, abastecimiento y riesgos. Permiten probar estrategias de gestión antes de implementarlas en el mundo real. Favorecen la resiliencia frente a interrupciones logísticas. También se observa el auge de los **Digital Twins** como herramienta predictiva. McKinsey & Company, en su estudio *“Digital Twins: The Key to Unlocking End-to-End Supply Chain Growth”*, explica que *“paired with today’s advances in predictive AI, digital twins can become both predictive and prescriptive. They can predict future scenarios ...”*, lo que permite planificar niveles de stock dinámicamente para cada centro de cumplimiento, considerando demanda estacional y localización (McKinsey & Company, 2024a). Un ejemplo reciente de la aplicación de gemelos digitales en la gestión de la cadena de suministro se encuentra en el artículo *Digital Twin-Based Prediction and Optimization for Dynamic Supply Chain Management*, publicado en la revista *Machines*. Este trabajo presenta una metodología basada en gemelos digitales para monitorear operaciones en tiempo real, analizar interrupciones y responder dinámicamente a cambios operativos, con el fin de optimizar la gestión de inventarios, prever déficits de insumos y reducir costos logísticos. La propuesta integra módulos de predicción y optimización que alinean simulaciones digitales con operaciones reales, lo que favorece la eficiencia operativa a través de la monitorización continua de eventos y la adaptación automática a situaciones anómalas, como interrupciones en la producción o variaciones en la demanda (D.-H & G.-Y). Estudios relacionados también han demostrado que la adopción de gemelos digitales combinados con análisis predictivo y datos en tiempo real mejora la visibilidad de inventario y la capacidad de respuesta logística en entornos complejos (Wamba, 2015).

**Blockchain.** Garantiza la transparencia y trazabilidad en toda la cadena de suministro. Evita fraudes y asegura la autenticidad de los datos de inventario. Mejora la confianza entre proveedores, distribuidores y clientes. El blockchain ofrece un registro inmutable y compartido de eventos logísticos (transbordos, cambios de custodia, verificaciones de condiciones) que puede mejorar la transparencia de inventarios especialmente cuando participan múltiples actores desconfiados entre sí. Plataformas como TradeLens (Maersk-IBM) demostraron el valor de compartir eventos y documentación para trazabilidad de contenedores; la literatura reciente muestra beneficios en trazabilidad y reducción de fricciones documentales, aunque también documenta desafíos de escalabilidad, gobernanza y adopción multisectorial blockchain no resuelve por sí mismo la calidad de datos (si el dato ingresado es erróneo, la blockchain solo asegura que no se cambió), y los costes/latencia de algunas cadenas públicas la hacen menos adecuada para telemetría en tiempo real; por eso se proponen arquitecturas híbridas (off-chain para telemetría; on-chain para auditoría (Awasthy, Halder , & Ghosh, 2025)).

**Big Data y Analítica Avanzada.** Las tecnologías de Big Data y analítica avanzada permiten procesar grandes volúmenes de datos históricos y en tiempo real para identificar patrones de consumo, optimizar la asignación de inventarios en los distintos nodos de la cadena de suministro y respaldar decisiones estratégicas basadas en evidencia empírica. En este sentido, Big Data constituye la capa habilitadora que integra de forma coherente soluciones de inteligencia artificial, Internet de las Cosas y automatización, mediante arquitecturas de ingestión de datos, data lakes y procesamiento en streaming, capaces de analizar transacciones de punto de venta, telemetría de sensores y eventos provenientes de sistemas de gestión de almacenes. La literatura muestra que la analítica de grandes datos mejora significativamente las decisiones de inventory allocation, la segmentación de productos y la reducción de costos logísticos,

especialmente en contextos de retail y comercio electrónico, además de habilitar simulaciones y análisis de escenarios (what-if) que fortalecen la planificación táctica y estratégica de la cadena de suministro (Wamba, 2015; Mišić, 2019).

**Cloud Computing y 5G.** Facilitan la gestión remota de inventarios mediante plataformas en la nube. Aseguran velocidad en la transmisión de datos y mayor capacidad de integración entre actores de la cadena. Habilitan la conectividad en tiempo real de sistemas y dispositivos. La nube ha democratizado el acceso a WMS/ERP avanzados (SaaS), bases de datos elásticas y herramientas MLOps que permiten desplegar modelos de IA y dashboards en producción sin grandes inversiones en infraestructura local. Con la llegada del 5G se mejora la latencia y capacidad de conexión para dispositivos IoT en almacenes y vehículos, facilitando transferencia de video en alta resolución y comunicaciones M2M para control de robots, drones y sensores en tiempo real (Logistics Viewpoints, 2024). La arquitectura cloud + 5G posibilita orquestación en tiempo real de flota AMR/robots y procesamiento en edge para decisiones inmediatas, mientras la nube maneja modelos de forecasting y almacenamiento histórico (Logistics Viewpoints, 2024).

**Sostenibilidad Digital.** La sostenibilidad digital se ha consolidado como un eje estratégico en la gestión moderna de inventarios, al integrar criterios ambientales en la toma de decisiones logísticas. Las tecnologías digitales permiten hoy medir la huella de carbono asociada al almacenamiento, transporte y rotación de inventarios, así como optimizar flujos de retorno bajo esquemas de economía circular. Herramientas de carbon accounting y analítica avanzada automatizan la recopilación de datos operativos —consumo energético, rutas logísticas y devoluciones— y facilitan decisiones orientadas a la reducción de emisiones y desperdicios. La evidencia reciente indica que la digitalización del inventario, combinada con analítica predictiva,

contribuye simultáneamente a mejorar la eficiencia operativa, reducir impactos ambientales y fortalecer el desempeño en métricas ESG, alineando la gestión de inventarios con objetivos de sostenibilidad y resiliencia organizacional (Stroumpoulis, 2024; Tang & Veelenturf, 2019).

**Tabla 1**

*Comparativo evolución histórica de las TICS en la gestión de inventario*

	<b>Enfoque Tecnológico</b>	<b>Impacto en la Gestión de Inventarios</b>	<b>Limitaciones Principales</b>	<b>Relevancia Histórica</b>	<b>Indicadores o Evidencias Cuantitativas</b>
<b>1980–1985</b>	Digitalización básica con microordenadores y bases de datos simples	Reducción de errores manuales y centralización inicial de datos	Falta de integración entre áreas, alto costo de hardware	Inicio de la informatización del inventario	Las empresas con digitalización básica lograron reducir los errores de registro hasta en <b>30 %</b> respecto a los sistemas manuales (Porter, 1985)
<b>1986–1990</b>	Primeros ERP y automatización parcial	Integración de compras, producción e inventario	Altos costos de implementación	Base para la gestión empresarial integrada	Estudios iniciales de SAP y Oracle mostraron una mejora del <b>20–25 % en la rotación de inventario</b> y una reducción de hasta <b>15 % en costos operativos</b> (Davenport, 2007)
<b>1991–1995</b>	Códigos de barras y captura automática	Mayor precisión y trazabilidad	Hardware costoso y baja adopción en pymes	Estandarización del registro de productos	El uso de códigos de barras elevó la <b>exactitud del inventario</b> a niveles del <b>97–99 %</b> , frente al <b>83 % promedio manual</b> (GS1, 2023)
<b>1996–2000</b>	Comercio electrónico y WMS	Sincronización entre canales y control multialmacén	Falta de interoperabilidad	Transición hacia la omnicanalidad	Las empresas con WMS reportaron una <b>reducción del 25 % en tiempos de picking</b> y del <b>10 % en faltantes de stock</b> (Gu, 2010)
<b>2001–2005</b>	RFID y automatización	Lectura masiva y visibilidad en tiempo real	Alto costo por etiqueta y baja fiabilidad	Primer paso hacia inventarios inteligentes	Pilotos de Walmart y Metro Group mostraron un incremento del <b>30 % en visibilidad de inventarios</b> y reducción de <b>hasta 16 % en roturas de stock</b> (Editorial, 2017)

<b>2006–2010</b>	Analítica de datos y Business Intelligence (BI)	Optimización de niveles de stock y forecasting	Escasez de talento analítico	Consolidación del enfoque basado en datos	Las empresas con BI aumentaron la <b>precisión en pronósticos de demanda en un 20–30 %</b> y redujeron el exceso de inventario en un <b>15 %</b> (Deloitte, 2025)
<b>2011–2015</b>	Big Data e Inteligencia Artificial inicial	Forecasting avanzado y toma de decisiones predictiva	Complejidad en integración de datos	Inicio de la automatización cognitiva	La implementación de algoritmos de predicción permitió mejorar la <b>eficiencia del stock hasta en un 35 %</b> (Waller & Fawcett, 2013).
<b>2016–2020</b>	Internet de las Cosas (IoT) y Blockchain	Monitoreo en tiempo real y trazabilidad segura	Problemas de interoperabilidad y escalabilidad	Base de la logística 4.0	Según Deloitte (2025), el uso de sensores IoT redujo los <b>errores en conteo de inventarios en un 50 %</b> y mejoró la <b>visibilidad de la cadena en un 45 %</b> .
<b>2021–Actualidad</b>	IA avanzada, robótica, gemelos digitales y sostenibilidad digital	Predicción precisa, automatización total y gestión sostenible	Riesgos éticos y dependencia tecnológica	Consolidación de la cadena inteligente 4.0	La automatización robótica y la IA generativa aumentaron la <b>eficiencia de picking hasta en un 70 %</b> y redujeron los <b>costos logísticos en 25–40 %</b> (McKinsey & Company, 2024a)

*Nota.* Esta tabla muestra la evolución histórica de las TICs en la gestión de inventarios, así como indicadores claves en cada periodo de tiempo sobre su impacto.

## Marco Contextual

El marco contextual abarca los factores económicos, tecnológicos, sociales y organizacionales que influyen en la implementación de TIC en la gestión de inventarios. En este apartado se analizan los elementos clave que condicionan la adopción de estas tecnologías, así como sus implicaciones en distintos sectores económicos.

En el contexto latinoamericano, Hernández Palma, Ariza y Mendoza Casseres (2021) analizan el impacto de las TIC en los procesos logísticos de empresas del sector salud en la región Caribe colombiana, concluyendo que, aunque el uso de TIC impulsa la modernización, la digitalización de procesos productivos aún es limitada.

Asimismo, (Del-Castillo, 2023) estudia sistemas ERP y WMS como TIC clave en la cadena de suministro, destacando su capacidad para reducir costos, optimizar procesos y mejorar la confiabilidad de la información en tiempo real.

### **Importancia de la Gestión de Inventarios en la Cadena de Suministro**

La administración eficiente de los inventarios es un factor clave en la competitividad de una empresa. Un control adecuado de los niveles de stock permite minimizar costos, reducir pérdidas y maximizar la satisfacción del cliente al garantizar la disponibilidad de productos. En un entorno logístico globalizado, la gestión eficiente de inventarios es fundamental para responder a la demanda del mercado y evitar interrupciones en la cadena de suministro.

La globalización y la digitalización han llevado a un aumento en la complejidad de la gestión de inventarios, obligando a las empresas a adoptar tecnologías avanzadas para optimizar sus operaciones. En este sentido, las TIC han proporcionado herramientas que permiten una mejor visibilidad de la cadena de suministro, facilitando la toma de decisiones basadas en datos en tiempo real.

### **Implementación de Tic en Empresas de la Cadena de Suministro**

En el contexto empresarial, la adopción de tecnologías como los sistemas de gestión de almacenes (WMS, Warehouse Management Systems) ha permitido mejorar la planificación y ejecución de estrategias de abastecimiento. La implementación de estas tecnologías ha reducido significativamente los errores en la administración de inventarios y ha permitido optimizar los tiempos de respuesta ante cambios en la demanda.

Las grandes compañías han liderado la adopción de TIC en la gestión de inventarios, desarrollando sistemas de información interconectados que permiten un control preciso sobre el

flujo de productos y materiales. A su vez, las pequeñas y medianas empresas han comenzado a adoptar soluciones más accesibles, como aplicaciones móviles y software de gestión basados en la nube, que les permiten mejorar su eficiencia operativa sin incurrir en altos costos de inversión.

### **Desafíos y Barreras en la Adopción de TIC**

A pesar de los beneficios que ofrece la implementación de TIC en la administración de inventarios, existen diversos desafíos y barreras que dificultan su adopción. Entre los principales obstáculos se encuentran la resistencia al cambio por parte del personal, la falta de capacitación en el uso de nuevas tecnologías y los altos costos iniciales de inversión.

En muchos casos, las empresas enfrentan dificultades para integrar nuevas soluciones tecnológicas con sus sistemas heredados, lo que genera problemas de compatibilidad y limitaciones en la automatización de procesos. Además, la seguridad de la información y la protección de datos son aspectos críticos en la implementación de TIC, ya que la digitalización de los inventarios implica la gestión de información sensible sobre la operación de la empresa.

Aunque la implementación de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la gestión de inventarios ha demostrado beneficios sustanciales en términos de eficiencia y precisión, la literatura reciente advierte que estos avances no están exentos de limitaciones y desafíos. Uno de los principales problemas identificados es la interoperabilidad entre sistemas, ya que la coexistencia de múltiples plataformas tecnológicas (ERP, CRM, MRP, sistemas de terceros) puede generar barreras de integración y fragmentación de datos (Al-Assaf et al., 2024). Esta falta de estandarización limita el potencial de la digitalización para generar un flujo de información verdaderamente unificado.

Otro reto significativo es la ciberseguridad y protección de datos. La dependencia de sistemas basados en IoT, blockchain y plataformas en la nube expone a las organizaciones a riesgos de ataques, manipulación de información o pérdida de datos sensibles. Estudios recientes señalan que la gestión de inventarios digitalizados requiere no solo herramientas tecnológicas robustas, sino también políticas de gobernanza de datos y marcos de ciberseguridad bien definidos (Alotaibi, Alzahrani, Alsharif, & Alnasser, 2024)

Desde una perspectiva económica, la adopción de tecnologías avanzadas como IA, robótica o Digital Twins implica inversiones elevadas en infraestructura tecnológica, capacitación del personal y rediseño de procesos. Si bien las grandes multinacionales como Amazon, Tesla o Walmart han capitalizado estos desarrollos, investigaciones muestran que las pequeñas y medianas empresas (pymes) enfrentan limitaciones presupuestarias y de capital humano que dificultan la plena implementación de estas soluciones (Mishra, Raut, Narkhede, & Gardas, 2024).

En cuanto al Blockchain, pese a sus ventajas en trazabilidad y transparencia, estudios recientes advierten sobre sus limitaciones en escalabilidad, gobernanza y costos de integración, lo que reduce su aplicabilidad a gran escala en cadenas de suministro globales (Chandel & Naaz, 2024) De forma similar, el IoT enfrenta el reto de la gestión del volumen masivo de datos que genera, lo cual exige capacidades avanzadas de procesamiento y almacenamiento en la nube que no siempre están disponibles para todas las empresas (Shoaib, Kim, & Suriyakumar, 2023).

En términos estratégicos, la investigación también señala una tensión entre los modelos Justo a Tiempo (JIT) y las configuraciones de inventarios Just-in-Case (JIC) que emergieron tras la pandemia. Mientras el JIT reduce costos y riesgos de obsolescencia, la incertidumbre de los

mercados globales ha impulsado la necesidad de políticas híbridas que equilibren eficiencia y resiliencia (Wantao Yu, 2024).

Los Gemelos Digitales, aunque ofrecen ventajas en simulación y predicción, presentan el desafío de su complejidad técnica y altos requerimientos de datos de calidad. Esto limita su aplicabilidad práctica en contextos con baja madurez digital (Bélanger et al., 2024). Además, existe el riesgo de una dependencia excesiva de algoritmos de IA que, aunque precisos, pueden reproducir sesgos de datos históricos o fallar en escenarios de disrupción inéditos (Iazzolino et al., 2024).

Finalmente, se observa una creciente demanda de integrar la dimensión de sostenibilidad en la gestión de inventarios mediante TIC. Sin embargo, a pesar de avances en optimización de transporte, reducción de desperdicio y huella de carbono, aún persisten vacíos en métricas estandarizadas y en la adopción de soluciones verdes en pymes y mercados emergentes (Ali et al., 2025).

En síntesis, aunque las TIC representan un motor clave de innovación en la administración de inventarios, su impacto depende de factores contextuales como la capacidad de inversión, la madurez digital, la gestión del talento y el marco regulatorio. El reto académico y empresarial para los próximos años radica en diseñar modelos de gestión que combinen la eficiencia tecnológica con la resiliencia operativa y la sostenibilidad a largo plazo.

## **Factores Fundamentales en el Impacto de las TIC'S sobre la Administración y Control de Inventarios**

### ***Factores Económicos***

La inversión en tecnologías para la administración de inventarios depende de los costos operativos y la rentabilidad esperada. Empresas con mayor capacidad financiera han podido implementar soluciones avanzadas, mientras que las pequeñas y medianas empresas (PYMES) enfrentan limitaciones económicas para acceder a estas tecnologías.

Algunos costos asociados a la digitalización de la gestión de inventarios incluyen:

Adquisición de hardware (sensores IoT, escáneres RFID, servidores, etc.).

Desarrollo y mantenimiento de software de gestión de inventarios.

Capacitación del personal para el uso eficiente de las nuevas tecnologías.

Costos de integración con sistemas previos (ERP, WMS, plataformas de e commerce).

Mantenimiento y actualización de los sistemas tecnológicos.

A nivel global, las grandes corporaciones han podido absorber estos costos mediante estrategias de inversión escalonadas, mientras que las PYMES han optado por soluciones más accesibles, como plataformas en la nube de pago por uso.

### ***Factores Tecnológicos***

El avance en sistemas de gestión de inventarios ha sido impulsado por innovaciones en automatización, inteligencia artificial y redes de comunicación. Sin embargo, la adopción de estas herramientas depende de la infraestructura tecnológica disponible y la compatibilidad con los sistemas existentes en las empresas.

Aspectos tecnológicos que impactan la implementación de TIC en la gestión de inventarios:

**Interoperabilidad de Sistemas.** Integración de nuevas tecnologías con plataformas ERP y WMS existentes.

**Ciberseguridad.** Protección de datos en plataformas en la nube para evitar pérdidas o accesos no autorizados.

**Escalabilidad de las Soluciones.** Capacidad de adaptación de los sistemas a diferentes volúmenes de inventario y expansión geográfica.

**Actualización de Tecnologías.** Evolución constante de software y hardware, lo que requiere inversiones recurrentes en modernización.

**Computación en la Nube.** Facilita el acceso remoto y la integración de múltiples actores en la cadena de suministro.

**Automatización Avanzada.** Implementación de robots y sistemas inteligentes en la gestión de almacenes.

### ***Factores Organizacionales***

La digitalización de la gestión de inventarios requiere una cultura empresarial que favorezca la adopción de tecnologías. La capacitación del personal, la resistencia al cambio y la integración con procesos administrativos son aspectos clave en la implementación de TIC en el control de inventarios.

Los principales desafíos organizacionales en la adopción de TIC incluyen:

**Resistencia al Cambio.** Los empleados pueden mostrar reticencia ante la automatización de procesos.

**Capacitación Continua.** Se requieren programas de formación en nuevas tecnologías para garantizar el uso eficiente de los sistemas.

**Rediseño de Procesos Internos.** La adopción de TIC implica una reestructuración de flujos de trabajo y roles en la organización.

**Gestión del Talento.** Necesidad de contar con profesionales especializados en tecnología y gestión logística.

**Integración de Áreas Funcionales.** Las TIC permiten una comunicación más fluida entre producción, ventas y distribución.

### ***Factores Sociales y Ambientales***

El impacto de las TIC en la gestión de inventarios no solo tiene implicaciones económicas y tecnológicas, sino también sociales y ambientales. La digitalización de los procesos logísticos contribuye a la sostenibilidad y reducción del impacto ambiental mediante:

**Optimización del transporte y distribución.** Reducción del consumo de combustible gracias a una mejor planificación de rutas.

**Disminución del desperdicio de productos.** Análisis predictivo para evitar sobreproducción y pérdidas de inventario.

**Uso de empaques inteligentes.** Implementación de etiquetas electrónicas y sensores que monitorean las condiciones de los productos.

**Menor consumo de papel.** Digitalización de documentos y registros de inventario.

**Reducción de la huella de carbono.** Mediante sistemas logísticos más eficientes y reducción de desperdicios.

**Generación de empleo en sectores tecnológicos.** Mayor demanda de expertos en análisis de datos y automatización logística.

### **Conceptualización**

La transformación digital en la logística ha sido abordada desde múltiples perspectivas. Un análisis bibliométrico de (Freire & Reyes, 2024) enfatiza el papel estratégico de las TIC en la modernización de las empresas colombianas, señalando que, a pesar del crecimiento en su incorporación, persisten importantes brechas de adopción.

En un enfoque de mejora operativa específica, (Figuroa, 2024) propone una metodología para optimizar el control de inventarios de equipos de protección personal en una empresa constructora peruana, destacando los beneficios derivados de la digitalización de procesos manuales.

El impacto de las TIC en la gestión de inventarios no solo se traduce en mejoras operativas, sino también en una mayor precisión en la toma de decisiones estratégicas. Tecnologías como RFID e IoT han optimizado la trazabilidad de productos, reduciendo errores humanos y mejorando la gestión del stock. Asimismo, el big data y la inteligencia artificial han permitido desarrollar modelos predictivos que optimizan la planificación de la demanda y reducen costos asociados al almacenamiento.

Tecnologías como la identificación por radiofrecuencia (RFID) y el Internet de las Cosas (IoT) han optimizado la trazabilidad de productos, reduciendo errores humanos y mejorando la gestión del stock. Diversos estudios en los sectores de retail y logística evidencian que la

implementación de estas tecnologías incrementa la precisión del inventario y disminuye de manera significativa los tiempos de reposición. Paralelamente, el uso de Big Data y de herramientas de Inteligencia Artificial ha permitido el desarrollo de modelos predictivos orientados a anticipar la demanda, optimizar los niveles de inventario y reducir los costos asociados al almacenamiento.

A medida que las empresas avanzan en la digitalización de sus operaciones, se presentan nuevos desafíos en términos de seguridad de la información e interoperabilidad entre sistemas. La correcta implementación de estas tecnologías requiere estrategias de adopción que consideren tanto la capacitación del personal como la compatibilidad con infraestructuras tecnológicas existentes, garantizando así una transición efectiva hacia modelos de gestión basados en TIC. En este contexto, la planificación estratégica y la inversión en innovación tecnológica jugarán un papel crucial en la evolución de la administración de inventarios en las cadenas de suministro modernas.

Además, el desarrollo de software especializado y la integración con sistemas de gestión empresarial permitirán que las TIC sigan evolucionando como una herramienta esencial para la optimización de los inventarios, aumentando la capacidad de respuesta ante la volatilidad del mercado y mejorando la eficiencia operativa de las empresas.

La digitalización de inventarios representa un paso clave en esta evolución. Implica la migración de registros físicos a plataformas electrónicas que interactúan con sistemas de gestión empresarial como ERP, CRM y MRP, generando ecosistemas de información coherente y actualizada (Al-Assaf, 2024). Esta digitalización no solo facilita el acceso a información en tiempo real, sino que también minimiza errores manuales y fortalece la integración entre áreas de la organización.

Para comprender a cabalidad el impacto transformador de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la gestión de inventarios dentro de la cadena de suministro, es fundamental establecer una base conceptual sólida y detallada. La digitalización de inventarios representa el primer paso crucial en esta evolución, implicando la conversión sistemática de los tradicionales registros físicos de existencias a formatos electrónicos gestionados a través de software especializado. Esta transición no solo facilita un acceso a la información en tiempo real y sin barreras geográficas, sino que también minimiza los errores inherentes a la manipulación manual, como la transcripción incorrecta de datos o la pérdida de información. Además, la digitalización permite una integración más fluida y bidireccional con otros sistemas empresariales, como los sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP), los sistemas de gestión de relaciones con los clientes (CRM) y los sistemas de planificación de la producción (MRP), creando un ecosistema de información coherente y actualizado. Un ejemplo palpable de esta digitalización es la implementación de sistemas por empresas como Zara, que actualizan automáticamente los niveles de stock en sus tiendas físicas y plataformas online, optimizando la planificación de producción y distribución, y permitiendo una respuesta más ágil a las tendencias de la moda y la demanda del consumidor.

Paralelamente, la omnicanalidad en la gestión de inventarios emerge como una estrategia empresarial esencial para satisfacer las expectativas del consumidor moderno, que busca una experiencia de compra fluida e integrada en cualquier canal. Este enfoque estratégico integra de manera holística múltiples canales de venta, tanto físicos (tiendas físicas) como digitales (e-commerce, aplicaciones móviles, redes sociales), en un sistema de inventario unificado, garantizando la disponibilidad de productos en cualquier punto de contacto con el cliente. Esto no solo mejora significativamente la experiencia del cliente al ofrecerle flexibilidad y

conveniencia, sino que también permite una mejor sincronización entre la oferta y la demanda, reduciendo los riesgos de sobrestock en algunos canales y de desabastecimiento en otros. Un caso emblemático es el modelo implementado por Walmart, donde los clientes pueden adquirir productos en línea y optar por recogerlos en tienda (Click & Collect) o recibir envíos desde el almacén más cercano, todo ello respaldado por un sistema de gestión de inventarios centralizado que proporciona una visión unificada del stock disponible.

La omnicanalidad en la gestión de inventarios ha emergido como una estrategia empresarial esencial. Este enfoque unifica canales físicos (tiendas, puntos de venta) y digitales (e-commerce, aplicaciones móviles, marketplaces), permitiendo que el cliente tenga una experiencia de compra fluida e integrada. Investigaciones en operaciones omnicanal destacan que la sincronización del stock en múltiples plataformas mejora la experiencia del cliente y reduce los riesgos de sobrestock o quiebres de inventario (Gallino, 2014).

La Logística 4.0 se presenta como un modelo de gestión integral y disruptivo, impulsado por una sinergia de tecnologías emergentes como el Internet de las Cosas (IoT), la Inteligencia Artificial (IA), el Big Data, la robótica y la automatización. Su objetivo principal es la optimización holística e inteligente de toda la cadena de suministro, buscando automatizar y digitalizar todos los procesos relacionados con el almacenamiento, la distribución y el control de inventarios para alcanzar niveles superiores de eficiencia, agilidad y resiliencia, al tiempo que se reducen significativamente los costos operativos. La transformación de Amazon en sus centros de distribución, con la implementación de almacenes automatizados equipados con robots autónomos que gestionan, clasifican y transportan productos de manera eficiente y precisa, ilustra de manera contundente la esencia de la Logística 4.0 y su impacto en la optimización de la manipulación y el flujo de materiales. La Logística 4.0, impulsada por la convergencia de IoT,

IA, Big Data, robótica y automatización, busca la optimización integral de las cadenas de suministro. Estudios recientes confirman que su implementación en centros de distribución mediante robots autónomos, vehículos guiados y sistemas de clasificación automatizados genera mejoras en productividad y reducción de tiempos de ciclo (Mishra, Raut, Narkhede, & Gardas, 2024). Empresas líderes como Amazon y Alibaba han demostrado que la automatización contribuye significativamente a la agilidad y resiliencia de los inventarios.

En este contexto de avanzada tecnológica, los algoritmos de optimización de inventarios se erigen como herramientas analíticas de alta precisión. Estos algoritmos, basados en la inteligencia artificial y el aprendizaje automático, analizan exhaustivamente vastos conjuntos de datos históricos de ventas, tendencias del mercado, patrones de demanda, estacionalidades y otros factores relevantes para predecir con mayor exactitud la demanda futura y, en consecuencia, ajustar automáticamente los niveles de stock óptimos. Su implementación busca minimizar los costos asociados al mantenimiento de inventario (almacenamiento, obsolescencia, etc.) y, fundamentalmente, prevenir las costosas rupturas de stock que pueden resultar en la pérdida de ventas y la insatisfacción del cliente. Empresas como Nike utilizan sofisticados algoritmos para prever la demanda en diferentes regiones geográficas, adaptando la producción y el suministro de sus productos de manera proactiva. De igual manera, los algoritmos de optimización han adquirido protagonismo en la gestión de inventarios. Basados en IA y aprendizaje automático, analizan grandes volúmenes de datos históricos y contextuales para ajustar niveles de stock, políticas de reabastecimiento y precios dinámicos. Evidencia reciente indica que estos modelos contribuyen a minimizar costos de almacenamiento y prevenir quiebres de stock, elevando la satisfacción del cliente (Bhavikatta, 2025).

La Inteligencia Artificial (IA) ha trascendido la mera automatización de tareas repetitivas en la administración de inventarios, revolucionando la toma de decisiones estratégicas y la optimización de procesos complejos. Los sistemas basados en IA son capaces de identificar patrones de compra complejos y no lineales, predecir la demanda con una precisión sin precedentes, incluso en entornos de alta volatilidad, y generar alertas en tiempo real sobre la disponibilidad de productos, posibles cuellos de botella o anomalías en la cadena de suministro. Esto permite a las empresas tomar decisiones más informadas y proactivas, mejorando la eficiencia operativa y la capacidad de respuesta. Un ejemplo de su aplicación se encuentra en Tesla, que utiliza IA en su cadena de suministro para calcular con exactitud los componentes necesarios en la fabricación de vehículos eléctricos, optimizando la planificación de la producción, reduciendo el desperdicio de materiales y minimizando los tiempos de inactividad.

La tecnología Blockchain ofrece una solución robusta y segura para abordar los desafíos de transparencia y trazabilidad en la gestión de inventarios. Al crear un registro inmutable y descentralizado de todas las transacciones que ocurren a lo largo de la cadena de suministro, el blockchain garantiza la integridad de los datos y permite verificar la autenticidad de los productos, desde su origen hasta el consumidor final. Esto es crucial para prevenir la falsificación, mejorar la confianza entre los diferentes actores (proveedores, fabricantes, distribuidores, minoristas y consumidores) y facilitar la verificación de la procedencia y las condiciones de los productos. La plataforma desarrollada por IBM y Maersk para el rastreo de contenedores en el comercio internacional es un claro ejemplo de cómo el blockchain mejora la eficiencia, reduce los costos administrativos asociados con la documentación y agiliza los procesos logísticos. La tecnología Blockchain también ha surgido como una herramienta para mejorar la transparencia y trazabilidad de la cadena de suministro. Al crear registros inmutables

de transacciones, facilita verificar la autenticidad y el origen de los productos, al tiempo que agiliza la gestión documental y reduce costos administrativos (Al-Shaikhli, Al-Naji, & Chahl, 2025)

El Big Data y la analítica predictiva se han convertido en pilares fundamentales para la toma de decisiones estratégicas y basadas en evidencia en la gestión de inventarios. La capacidad de recopilar, almacenar y analizar grandes volúmenes de datos provenientes de diversas fuentes (ventas, comportamiento del consumidor, datos meteorológicos, redes sociales, etc.) permite a las empresas obtener información valiosa y detallada sobre la demanda, las tendencias del mercado y el rendimiento de la cadena de suministro. A través de la analítica predictiva, se pueden identificar patrones, anticipar fluctuaciones en la demanda con mayor precisión, optimizar los niveles de stock, reducir costos operativos asociados al inventario y mejorar la eficiencia general de la cadena de suministro. Starbucks, por ejemplo, emplea Big Data para ajustar sus pedidos de café y productos en cada una de sus ubicaciones, basándose en datos históricos de ventas, pronósticos meteorológicos y eventos locales, logrando así una mayor satisfacción del cliente y una reducción del desperdicio.

La aplicación del Internet de las Cosas (IoT) en la gestión de inventarios ha introducido una nueva era de visibilidad y control en tiempo real sobre los activos. La interconexión de dispositivos inteligentes, como sensores, etiquetas RFID, dispositivos de rastreo GPS y otros sensores ambientales, permite recopilar y transmitir datos en tiempo real sobre el estado (temperatura, humedad, vibración, etc.) y la ubicación precisa de los productos en inventario, a lo largo de toda la cadena de suministro. Esto facilita una trazabilidad exhaustiva, la automatización de procesos de conteo y verificación, la detección temprana de problemas (como deterioro o robo) y la optimización de las rutas de distribución. UPS, con la implementación de

sensores IoT en sus almacenes para monitorear en tiempo real la temperatura de productos sensibles (como medicamentos o alimentos perecederos) y optimizar las rutas de distribución para asegurar la integridad de los productos, es un claro ejemplo de los beneficios del IoT en la logística. Por otro lado, la aplicación del IoT en el monitoreo de inventarios en tiempo real ha permitido obtener información detallada sobre ubicación y condiciones de los productos (temperatura, humedad, vibraciones, etc.). Esto es especialmente relevante en industrias sensibles como la farmacéutica y alimentaria, donde el cumplimiento de condiciones de almacenamiento es crítico.

La robótica y la automatización en la gestión de almacenes han transformado radicalmente la eficiencia y la precisión en las operaciones de almacenamiento y manipulación de inventario. La implementación de robots autónomos, sistemas de clasificación automatizados, brazos robóticos y vehículos guiados automatizados (AGVs) ha permitido aumentar significativamente la velocidad de procesamiento de pedidos, reducir los errores humanos, optimizar el espacio de almacenamiento y disminuir la dependencia de la mano de obra manual en tareas repetitivas y físicamente exigentes. Empresas como Amazon han liderado esta transformación con la integración de miles de robots autónomos en sus centros de distribución, que optimizan la manipulación, el transporte y la clasificación de productos, logrando tiempos de respuesta más rápidos y una mayor capacidad de procesamiento. Alibaba, por su parte, utiliza robots en sus centros de distribución para acelerar el procesamiento de pedidos y reducir la dependencia de la mano de obra humana, especialmente en momentos de alta demanda.

La computación en la nube ha democratizado el acceso a infraestructura tecnológica avanzada y ha transformado la forma en que se gestionan los datos de inventario. La capacidad de almacenar y acceder de forma remota a grandes volúmenes de datos y aplicaciones de gestión

de inventario desde cualquier ubicación, a través de una conexión a internet, ofrece una mayor flexibilidad, escalabilidad y rentabilidad para las empresas. Esto facilita la gestión descentralizada de múltiples almacenes, la sincronización en tiempo real de los niveles de stock entre diferentes puntos de distribución y la colaboración fluida entre los diferentes actores de la cadena de suministro. Plataformas en la nube ofrecidas por empresas como SAP y Oracle proporcionan soluciones integrales para la gestión de inventarios que permiten la integración de proveedores, distribuidores y minoristas en una misma red, mejorando la visibilidad y la eficiencia en toda la cadena de valor.

Las tecnologías de identificación como la Radiofrecuencia (RFID) y los códigos de barras han sido pilares fundamentales para la automatización y la eficiencia en la gestión de inventarios durante décadas. Estas herramientas permiten la captura automática y rápida de información sobre los productos, facilitando el registro de entradas y salidas, el seguimiento de movimientos dentro del almacén y la realización de inventarios de manera más eficiente y con menor margen de error. La implementación de RFID en todas las tiendas de Decathlon, que permite realizar inventarios completos en cuestión de minutos y mejorar la eficiencia en la reposición de productos, es un testimonio del impacto de estas tecnologías en la optimización de las operaciones minoristas.

Los modelos de inventarios Justo a Tiempo (JIT) y Lean Logistics representan filosofías de gestión que buscan minimizar los costos asociados al inventario y optimizar los flujos de materiales. El modelo JIT se centra en la reposición de inventarios en el momento exacto en que se necesitan para la producción o la venta, reduciendo así los costos de almacenamiento y minimizando el riesgo de obsolescencia. Lean Logistics, por otro lado, adopta un enfoque más amplio que busca eliminar todas las formas de desperdicio y optimizar la eficiencia operativa a

lo largo de toda la cadena de suministro, utilizando procesos optimizados y basados en datos. Toyota, con su pionera implementación del modelo JIT, ha demostrado cómo esta filosofía puede conducir a una mayor eficiencia, una reducción de costos y una mayor capacidad de respuesta a la demanda del mercado.

Los Digital Twins (Gemelos Digitales) ofrecen una representación virtual y dinámica de los procesos logísticos y los almacenes, permitiendo simular, analizar y optimizar la gestión de inventarios en un entorno virtual antes de implementar cambios en el mundo físico. Esta tecnología avanzada facilita la predicción de posibles fallas, la identificación de cuellos de botella, la optimización de la disposición del almacén y la mejora de la eficiencia en la planificación de la cadena de suministro. Siemens utiliza Digital Twins en la fabricación de productos para optimizar la producción, simular escenarios y reducir errores en el ensamblaje, lo que demuestra el potencial de esta tecnología para mejorar la toma de decisiones y la eficiencia operativa. Tecnologías emergentes como los Gemelos Digitales (Digital Twins) han ganado terreno en la logística moderna, ya que permiten simular escenarios de gestión de inventarios antes de implementarlos en el mundo real, reduciendo riesgos, anticipando fallas y optimizando recursos (Guo, D. & Mantravadi, S., 2024)

Finalmente, la sostenibilidad en la gestión de inventarios se ha convertido en una preocupación creciente y un factor clave en la toma de decisiones empresariales. La aplicación de TIC en la administración de inventarios no solo busca la eficiencia operativa y la reducción de costos, sino que también tiene un impacto significativo en la sostenibilidad ambiental. La optimización de las rutas de transporte, la reducción del desperdicio de materiales a través de una mejor planificación y control del inventario, y la implementación de sistemas energéticamente eficientes contribuyen a la disminución de la huella de carbono de la cadena de suministro.

IKEA, con sus sistemas inteligentes de gestión de inventarios que minimizan el desperdicio de materiales y optimizan la logística para reducir su impacto ambiental, es un ejemplo de cómo la tecnología puede ser utilizada para promover prácticas más sostenibles en la gestión de inventarios y la cadena de suministro en general.

## **Metodología**

La presente investigación se desarrolla bajo la modalidad de Monografía, conforme al Reglamento Estudiantil de la UNAD, establecido en el Acuerdo 0029 del 13 de diciembre de 2013, Artículo 68, que señala:

“Monografía: Opción de grado que le permite al estudiante el desarrollo de una investigación con base en la revisión de masas documentales. Debe estar articulada con alguna de las líneas de investigación reconocidas por la Universidad.”

En este sentido, el estudio se enmarca en una investigación sistemática y profunda sobre el impacto de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la gestión de inventarios, sustentada en fuentes documentales y teóricas, con el propósito de aportar conocimiento relevante en el campo de la logística y la administración de operaciones.

### **Enfoque Metodológico Cualitativo con Diseño de Estudio de Caso**

La investigación se sustenta en un enfoque cualitativo con un diseño descriptivo–explicativo, desarrollado bajo la estrategia del estudio de caso. Este enfoque resulta pertinente al propósito de la monografía, dado que permite comprender de manera integral el impacto de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la gestión de inventarios dentro de un contexto organizacional real.

El enfoque cualitativo se orienta a la interpretación de significados, percepciones y experiencias, más que a la medición numérica, lo cual posibilita analizar cómo los actores involucrados perciben y experimentan la implementación de TIC en los procesos de administración y control de inventarios. De esta manera, se favorece una comprensión holística

del fenómeno, integrando tanto las prácticas como los efectos generados en la dinámica de la cadena de suministro.

El carácter descriptivo del estudio permite caracterizar el uso de tecnologías como sistemas ERP, WMS, RFID y herramientas de analítica, identificando sus formas de aplicación en la gestión de inventarios. A su vez, el componente explicativo contribuye a establecer las relaciones causales que permiten comprender los beneficios, limitaciones y resultados derivados de su implementación.

La elección del estudio de caso como método central ofrece la posibilidad de un análisis profundo y contextualizado, integrando diversas fuentes documentales y ejemplos empresariales. Esta estrategia resulta adecuada cuando el objetivo es examinar fenómenos en su realidad práctica, reconociendo la interacción de múltiples variables y aportando evidencias que permitan extraer lecciones aplicables a otros contextos similares.

### **Fases del Desarrollo del Proyecto**

El proceso metodológico que sustenta esta investigación se estructuró en cuatro fases secuenciales e interrelacionadas, con el propósito de garantizar una exploración rigurosa y una interpretación profunda del fenómeno investigado. Estas fases no solo representan momentos operativos del estudio, sino que constituyen una guía para la recolección, análisis y validación de la información, asegurando que cada etapa respondiera a los objetivos formulados. A continuación, se describe con detalle el desarrollo de cada fase, sus propósitos, actividades, técnicas e implicaciones dentro del proceso investigativo.

### ***Fase 1 Planeación y Diseño del Estudio***

La fase de planeación y diseño constituyó el cimiento metodológico de la investigación, dado que en ella se consolidaron los fundamentos teóricos, conceptuales y procedimentales que guiaron el desarrollo del estudio. Su propósito fue estructurar el marco general del proyecto, identificar el problema central, formular los objetivos específicos, delimitar el alcance y seleccionar el enfoque metodológico más apropiado. Estos elementos permitieron establecer una hoja de ruta clara y coherente que orientó las actividades posteriores.

En primer lugar, se realizó la formulación del problema de investigación, mediante un ejercicio analítico que permitió visibilizar las tensiones existentes entre la necesidad de optimización logística en las cadenas de suministro y la baja o desigual adopción de tecnologías digitales en la gestión de inventarios. Esta formulación no solo evidenció una situación concreta, sino que permitió comprender la complejidad del fenómeno, en tanto involucra dimensiones técnicas, organizacionales y humanas. A partir de esta delimitación, se construyó la pregunta de investigación orientadora y se definieron tanto el objetivo general como los objetivos específicos que guiaron todo el proceso.

Posteriormente, se desarrolló la justificación del estudio, en la que se argumentó la relevancia del tema en términos sociales, académicos y organizacionales. La creciente digitalización de los procesos logísticos y la necesidad de adaptación tecnológica en las empresas constituyen un contexto idóneo para analizar de qué manera las TIC pueden ser adoptadas de forma eficaz en la gestión de inventarios, así como para identificar los factores que inciden en el éxito o fracaso de dichos procesos de transformación digital. Esta reflexión permitió establecer la pertinencia de la investigación y proyectar sus posibles aportes tanto al ámbito empresarial como al académico.

Una vez definidos el problema, los objetivos y la justificación, se procedió a estructurar el diseño metodológico del estudio. Se optó por un enfoque cualitativo de tipo descriptivo–explicativo, con diseño de estudio de caso, ya que esta combinación no solo permite describir fenómenos observables, sino también comprender los significados atribuidos por los actores involucrados y explicar las relaciones entre variables no numéricas. Este diseño posibilitó un acercamiento integral al fenómeno investigado, reconociendo que la implementación de TIC en inventarios no puede analizarse de forma aislada, sino desde su articulación con las prácticas cotidianas, la cultura organizacional y la gestión del cambio.

Finalmente, en esta fase se definieron con precisión los fundamentos teóricos, operativos y estratégicos del estudio. Se delimitaron claramente el problema, los objetivos generales y específicos, así como el alcance, centrado en el análisis del impacto de las TIC en la gestión de inventarios dentro de las cadenas de suministro. Además, se seleccionaron las técnicas y herramientas a emplear para la recolección y análisis de datos, y se establecieron los criterios de selección de participantes y fuentes. Esta etapa concluyó con la elaboración del cronograma de actividades y la delimitación de responsabilidades investigativas, garantizando la viabilidad del proyecto y su alineación con los requerimientos académicos establecidos.

**Formulación del Problema y Objetivos.** La primera acción en el desarrollo metodológico consistió en la formulación del problema de investigación, entendida como el eje articulador que orienta la coherencia interna del estudio. Para ello, se realizó una revisión preliminar de literatura académica, informes sectoriales y tendencias actuales en logística y gestión de inventarios, complementada con una observación exploratoria del contexto empresarial. Este ejercicio permitió reconocer la necesidad creciente de comprender cómo las

Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) están transformando los procesos de administración y control de inventarios en las cadenas de suministro contemporáneas.

La problemática se delimitó en función de tres aspectos clave:

Pertinencia práctica, al considerar que la digitalización constituye una exigencia inaplazable para las organizaciones que buscan competitividad y eficiencia en entornos dinámicos.

Impacto organizacional, dado que la implementación de TIC no solo implica una inversión tecnológica, sino también un proceso de cambio cultural, operativo y estratégico.

Vacíos en la literatura, identificados en la documentación sobre experiencias locales y estudios de caso que analicen, desde una perspectiva integral, los efectos de estas tecnologías en la gestión de inventarios.

A partir de esta delimitación, se formuló una pregunta de investigación orientadora:

¿Cómo impacta la implementación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la gestión de inventarios dentro de una cadena de suministro, para diferentes sectores industriales?

Con base en esta pregunta, se definió un objetivo general orientado a describir, comprender y explicar el fenómeno objeto de estudio, y de este se derivaron los objetivos específicos, diseñados para guiar la recolección y análisis de la información. Estos objetivos constituyeron el marco de referencia metodológico que permitió asegurar la coherencia entre el planteamiento del problema, la estrategia investigativa y la interpretación de los hallazgos.

**Diseño Metodológico.** El diseño metodológico se estructuró conforme a los lineamientos del enfoque cualitativo y bajo el método de estudio de caso, en tanto que este permite una comprensión profunda y contextualizada del fenómeno analizado. En esta fase se definieron las técnicas de recolección y análisis de la información, así como los criterios de selección de las unidades de análisis y las categorías temáticas que guiarían el proceso investigativo. También se establecieron las variables temáticas que guiarían el análisis: tipo de TIC empleadas, procesos de administración de inventarios, impacto en la eficiencia, errores operativos y toma de decisiones. Se optó por utilizar encuestas semiestructuradas, análisis documental y observación no participante, por ser instrumentos coherentes con el enfoque elegido y que permiten obtener datos ricos y contextuales.

Posteriormente, se desarrolló la estructura del marco teórico y se diseñaron los instrumentos de análisis documental, incluyendo matrices de revisión especializada. La selección de fuentes fue rigurosa: se priorizaron artículos científicos, estudios de caso, informes técnicos y textos académicos que abordaran la implementación de tecnologías como WMS, ERP, RFID y códigos de barras, en diversos contextos logísticos e industriales. El diseño de la ruta metodológica contempló también los criterios de inclusión y exclusión de fuentes, asegurando la calidad y pertinencia del material.

1. De manera sintética, los elementos clave de esta fase fueron:
2. Formulación del problema de investigación.
3. Definición del enfoque metodológico y tipo de estudio.
4. Establecimiento de los objetivos específicos como ejes de acción.
5. Elaboración de los instrumentos de análisis documental y entrevistas.

## 6. Selección de criterios de inclusión y exclusión de fuentes de información.

### ***Fase 2 Recolección de Información***

La segunda fase del proyecto estuvo orientada a la obtención de información relevante, válida y contextualizada que permitiera desarrollar los análisis propuestos en los objetivos específicos. Para ello, se diseñaron y aplicaron distintos instrumentos de recolección de datos cualitativos, adaptados al tipo de estudio y a las características del entorno organizacional en el cual se desarrolló el caso de estudio. Esta fase fue particularmente significativa, ya que permitió acceder directamente a las experiencias, percepciones y conocimientos de los actores involucrados en el uso y adopción de TIC para la gestión de inventarios.

En primer lugar, se diseñaron instrumentos de recolección de información cualitativa, entre ellos una guía de encuesta semiestructurada y un formato para análisis documental. La guía de entrevista fue elaborada a partir de los objetivos específicos de la investigación y estuvo compuesta por una serie de preguntas abiertas orientadas a explorar la experiencia de los participantes con el uso de tecnologías como WMS, ERP, RFID, códigos de barras, entre otras herramientas de apoyo a la gestión de inventarios. Esta guía se validó con un grupo de prueba y fue ajustada en función de la claridad, pertinencia y comprensión de los ítems.

Durante esta fase se procedió a la identificación, selección y recolección de información documental especializada. Se ejecutó una búsqueda sistemática en bases de datos científicas, repositorios académicos y fuentes institucionales con el propósito de encontrar evidencia teórica y empírica sobre el uso e impacto de las TIC en la gestión de inventarios. Se emplearon palabras clave combinadas mediante operadores booleanos para refinar las búsquedas, como “TIC”, “gestión de inventarios”, “supply chain”, “WMS”, “ERP”, “eficiencia logística”, entre otros.

De manera complementaria, se realizaron ejercicios exploratorios con empresas de referencia como Coca-Cola FEMSA y la Sociedad Portuaria Puerto Bahía. En el caso de Coca-Cola, se identificaron prácticas relacionadas con la gestión digital de inventarios mediante sistemas integrados de planeación (ERP) y herramientas de monitoreo en tiempo real, que permiten optimizar la trazabilidad de los productos en cada punto de la cadena de suministro. Por su parte, en Puerto Bahía se revisaron informes técnicos y manuales operativos vinculados con la operación logística portuaria, en los cuales se evidencia la incorporación de tecnologías como códigos de barras y sistemas de gestión de almacenes (WMS) para controlar los flujos de carga y almacenamiento de contenedores. Estas aproximaciones prácticas contribuyeron a fortalecer la comprensión del fenómeno y a contrastar la información teórica con realidades operativas.

Por otra parte, el análisis documental se enfocó en la revisión de manuales internos, reportes de inventario y políticas operativas de organizaciones con procesos logísticos avanzados, lo cual permitió complementar la información proporcionada por las entrevistas y observar cómo se materializa la incorporación de TIC en los documentos formales y en las rutinas administrativas. Esta técnica fue clave para identificar la trazabilidad de los procesos, los flujos de información y los procedimientos que orientan la gestión de inventarios.

Asimismo, se utilizó la técnica de observación no participante, mediante la cual se accedió al ambiente operativo en el que se desarrolla el control de inventarios. Esta técnica permitió registrar, sin intervenir, los comportamientos, prácticas y dinámicas reales que los colaboradores llevan a cabo en interacción con las tecnologías. Gracias a esta observación directa se pudieron identificar prácticas informales, contradicciones entre lo planificado y lo ejecutado, y posibles resistencias al uso de ciertas herramientas.

La combinación de estas técnicas de recolección –entrevistas, análisis documental y observación– garantizó una triangulación de datos adecuada, lo que contribuyó a aumentar la fiabilidad de la información obtenida. Además, se documentaron cuidadosamente los procedimientos de recolección, se obtuvieron consentimientos informados y se resguardó la confidencialidad de las respuestas, respetando los principios éticos de la investigación social.

**Aplicación de Instrumentos Cualitativos.** Durante esta fase, se aplicaron los instrumentos definidos para recolectar datos empíricos. Las encuestas semiestructuradas fueron dirigidas a actores clave en el proceso logístico: encargados de inventarios, coordinadores de logística y personal técnico vinculado con los sistemas de información. Estas entrevistas permitieron identificar experiencias, beneficios y dificultades relacionadas con el uso de herramientas tecnológicas como sistemas ERP, WMS (Warehouse Management System), códigos de barras y plataformas basadas en la nube. La modalidad semiestructurada permitió combinar preguntas guía con flexibilidad para que los entrevistados profundizaran en temas relevantes no previstos inicialmente.

Adicionalmente, se consideraron como referentes dos organizaciones con alto reconocimiento en la aplicación de tecnologías de la información en sus procesos: Coca-Cola, por su experiencia global en la integración de sistemas ERP y plataformas avanzadas de planeación de la demanda para optimizar su red de distribución; y Sociedad Portuaria Puerto Bahía, que constituye un ejemplo clave en el ámbito nacional por el uso de TIC en el control de inventarios de carga, trazabilidad de contenedores y coordinación logística en operaciones marítimas. Estos casos sirvieron como marco comparativo para enriquecer el análisis de la información recolectada, aportando tanto una perspectiva internacional como un contexto local en la implementación de herramientas tecnológicas en la gestión de inventarios.

**Análisis Documental y Observación.** De manera paralela, se desarrolló un análisis documental exhaustivo, orientado a recopilar información tanto teórica como aplicada sobre el uso de las TIC en la gestión de inventarios. Este proceso incluyó la revisión de informes logísticos, manuales operativos, registros históricos de inventarios y reportes generados por los sistemas digitales empleados en las organizaciones de estudio. La documentación analizada proporcionó evidencia objetiva sobre el grado de incorporación de tecnologías como ERP, WMS, RFID y plataformas en la nube, así como información relacionada con su impacto en la productividad, trazabilidad y reducción de errores en el control de inventarios.

La búsqueda documental se estructuró en varias etapas:

Búsqueda sistemática en bases de datos académicas y repositorios institucionales, utilizando combinaciones de palabras clave (“TIC”, “gestión de inventarios”, “supply chain”, “ERP”, “WMS”).

Aplicación de filtros temáticos y temporales, priorizando documentos publicados en los últimos diez años, pero sin excluir estudios clásicos de referencia.

Clasificación y organización de la información en una matriz de análisis (Anexo 1), que contempló variables como: autor, año, título del documento, sector empresarial, tipo de TIC analizada, alcance de la aplicación y principales hallazgos.

Comparación transversal de estudios para identificar patrones de implementación tecnológica, retos comunes y vacíos en la literatura.

Un valor agregado de este análisis fue la inclusión a manera de estudio de actividades operativas de empresas representativas, tales como Coca-Cola y la Sociedad Portuaria Puerto Bahía. En Coca-Cola se revisaron reportes relacionados con la estandarización global de

procesos y la implementación de sistemas WMS para el control automatizado de inventarios en plantas embotelladoras y de almacenamiento. En el caso de Puerto Bahía, se examinaron manuales operativos y reportes de flujos logísticos portuarios, donde las TIC desempeñan un papel crucial en la trazabilidad de contenedores y carga rodada y en la integración con plataformas de comercio exterior. Estos insumos permitieron contrastar la teoría con la práctica real en contextos empresariales de alto impacto.

En paralelo, se aplicó la técnica de observación no participante, que permitió registrar de forma directa y sin intervención la dinámica cotidiana del control de inventarios. Este ejercicio incluyó la observación de:

Los flujos de trabajo en almacenes y centros logísticos, con especial atención a cómo se integran las TIC en cada etapa.

Las interacciones entre operadores y sistemas digitales (uso de lectores de códigos de barras, terminales móviles, software ERP).

Las rutinas de verificación, registro y conciliación de inventarios en tiempo real, detectando posibles brechas entre lo planeado en los manuales y lo ejecutado por los colaboradores.

El contraste entre documentos, entrevistas y observación facilitó una triangulación de datos que aumentó la validez de la información obtenida. Además, permitió identificar tanto prácticas exitosas (como la automatización de reabastecimiento en Coca-Cola) como limitaciones operativas (como la resistencia de algunos usuarios a la digitalización en procesos portuarios), lo cual resultó fundamental para construir el marco referencial y orientar la interpretación de resultados.

### ***Fase 3 Análisis e Interpretación de la Información***

La tercera fase correspondió al tratamiento y análisis de los datos recolectados, constituyendo uno de los momentos más críticos y reveladores del proceso investigativo. El propósito central fue transformar la información bruta obtenida mediante entrevistas, análisis documental y observación en conocimiento estructurado, pertinente y capaz de dar respuesta a la pregunta de investigación. Para ello, se adoptó un enfoque cualitativo de carácter interpretativo, basado en técnicas de codificación temática, análisis comparativo y triangulación metodológica.

En primera instancia, se llevó a cabo la organización sistemática de la información. Las entrevistas fueron transcritas de manera íntegra y clasificadas de acuerdo con el perfil del participante, el área funcional a la que pertenecía y los ejes temáticos preliminares. Los documentos se condensaron en fichas de análisis que resumían los aspectos más relevantes, mientras que las observaciones no participantes fueron registradas en diarios de campo, lo que permitió reconstruir de manera detallada las dinámicas operativas en torno a la gestión de inventarios. Este paso inicial garantizó un manejo ordenado y coherente de los datos, condición indispensable para avanzar en la interpretación.

Posteriormente, se aplicó la técnica de codificación abierta, propia del análisis cualitativo. Esta consistió en identificar unidades de significado en las narrativas de los entrevistados, en los reportes documentales y en las descripciones observacionales. Tales unidades se agruparon en categorías emergentes, alineadas con las dimensiones del estudio: (i) tecnologías implementadas (ERP, WMS, códigos de barras, plataformas en la nube, entre otras), (ii) percepción de efectividad y confiabilidad, (iii) impactos organizacionales derivados de su uso, (iv) beneficios tangibles e intangibles, (v) barreras y resistencias a la adopción, y (vi) estrategias de mejora

continua. Este proceso, realizado de forma manual, favoreció un contacto directo con los datos y una interpretación cercana a los sentidos atribuidos por los participantes.

Con las categorías consolidadas, se procedió a un análisis temático que permitió identificar patrones de pensamiento, coincidencias discursivas y divergencias significativas entre los distintos actores. Este análisis reveló no solo las experiencias compartidas en torno a la implementación de las TIC, sino también tensiones y contradicciones respecto a su aplicabilidad, generando así un panorama amplio y plural del fenómeno investigado. El uso de matrices analíticas permitió vincular cada tema con los objetivos específicos de la investigación, facilitando la articulación entre el marco teórico y los hallazgos empíricos.

De manera complementaria, se implementó la triangulación metodológica, contrastando los datos provenientes de entrevistas, documentos y observaciones. Este ejercicio resultó esencial para validar la consistencia de los hallazgos, reducir posibles sesgos y otorgar mayor robustez a las conclusiones. Por ejemplo, cuando un beneficio reportado en entrevistas coincidía con métricas de desempeño registradas en los sistemas ERP o con observaciones en campo, el hallazgo adquiría mayor solidez interpretativa.

El proceso analítico permitió organizar los resultados en tres grandes bloques temáticos, en coherencia con los objetivos de la monografía:

Evaluación de las tecnologías TIC aplicadas a la gestión de inventarios, con especial énfasis en sus funcionalidades, niveles de integración y grado de adopción.

Identificación de beneficios, desafíos y procesos organizacionales asociados, incluyendo tanto impactos positivos como limitaciones y resistencias en su implementación.

Sistematización de aprendizajes y casos de éxito sectoriales, que ofrecieron referentes prácticos para comprender las tendencias actuales y las oportunidades de mejora.

Finalmente, los resultados de este proceso se consolidaron en un informe preliminar de hallazgos, el cual sirvió de insumo para la redacción del capítulo de resultados y para la formulación de conclusiones. Dicho informe no solo resumió las categorías más relevantes, sino que también interpretó los hallazgos a la luz del contexto sectorial y del marco referencial, aportando una visión integradora. En consecuencia, esta fase permitió comprender no solo cómo se implementan las TIC en la gestión de inventarios, sino también cómo son experimentadas, apropiadas, cuestionadas o resignificadas por los actores que interactúan diariamente con ellas.

**Procesamiento Cualitativo de la Información.** El procesamiento de la información se llevó a cabo mediante la técnica de análisis de contenido, reconocida por su capacidad para sistematizar e interpretar información cualitativa de manera rigurosa. Este enfoque permitió examinar de forma detallada los textos derivados de entrevistas, documentos técnicos y registros de observación, con el propósito de identificar categorías recurrentes, patrones de comportamiento organizacional, ventajas competitivas derivadas del uso de TIC, limitaciones en su implementación y estrategias adoptadas por las organizaciones para optimizar la gestión de inventarios.

En una primera etapa, se realizó la identificación de categorías iniciales a partir de las preguntas de investigación y de los objetivos específicos. Posteriormente, durante el proceso de codificación abierta y axial, emergieron nuevas subcategorías construidas directamente desde los datos empíricos. Esta estrategia favoreció la construcción de un sistema categorial flexible, que integró tanto aspectos teóricos como hallazgos provenientes del trabajo de campo.

Las categorías principales que se consolidaron durante el análisis fueron:

Eficiencia operativa: mejoras en tiempos de respuesta, reducción de reprocesos y optimización en la rotación de inventarios.

Reducción de errores: disminución de fallos en el registro de información y mayor confiabilidad de los datos capturados en los sistemas digitales.

Automatización de procesos: incorporación de herramientas como ERP, WMS, RFID y códigos de barras que facilitan el control en tiempo real.

Trazabilidad y visibilidad del inventario: capacidad de monitorear el flujo de productos desde el ingreso hasta la salida, garantizando una mayor transparencia en la cadena de suministro.

Limitaciones y resistencias: dificultades técnicas, costos de implementación, carencias de capacitación y barreras culturales frente al uso de nuevas tecnologías.

Estas categorías fueron organizadas en una matriz de análisis cualitativo, la cual permitió visualizar relaciones significativas entre los distintos ejes temáticos y vincular los hallazgos con los objetivos planteados. El uso de esta matriz facilitó no solo la síntesis de grandes volúmenes de información, sino también la identificación de patrones, divergencias y tendencias emergentes en la adopción de TIC para la gestión de inventarios.

Finalmente, a partir de la interpretación de estas categorías, fue posible construir inferencias teóricas sobre el impacto real de las TIC en la optimización del inventario, la reducción de costos operativos, el control de los niveles de stock y la mejora en la visibilidad operativa de la cadena de suministro. Este procesamiento cualitativo, fundamentado en la

triangulación entre entrevistas, documentos y observaciones, otorgó solidez y validez a los hallazgos de la investigación.

**Interpretación Contextualizada de Hallazgos.** La interpretación de los hallazgos se realizó articulando los resultados empíricos con el marco teórico y con las particularidades del contexto organizacional analizado. Este proceso permitió ir más allá de la descripción para explicar cómo y por qué las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) generan efectos en la gestión de inventarios dentro de la cadena de suministro.

En primer lugar, se evaluó el nivel de transformación operativa derivado de la incorporación de herramientas tecnológicas como sistemas ERP, WMS, RFID y códigos de barras. Los resultados indicaron que estas tecnologías contribuyen a una mayor visibilidad del inventario, reducción de tiempos en procesos de registro y fortalecimiento de la trazabilidad. En empresas multinacionales como Coca-Cola, la implementación de sistemas WMS integrados con plataformas de distribución ha permitido garantizar una reposición eficiente y reducir pérdidas logísticas, evidenciando cómo la digitalización optimiza la operación en organizaciones de gran escala.

En segundo lugar, se analizó la capacidad de respuesta frente a cambios en la demanda, identificando que las TIC fortalecen la flexibilidad en la planeación y reposición de inventarios, disminuyendo riesgos de desabastecimiento o exceso de stock. Sin embargo, se constató que estas ventajas dependen de la calidad de los datos y del grado de integración tecnológica. En el caso de Puerto Bahía, por ejemplo, el uso de sistemas digitales en la gestión de operaciones portuarias ha permitido mejorar la trazabilidad de cargas y aumentar la capacidad de respuesta ante variaciones en el flujo de mercancías, demostrando que incluso en contextos altamente dinámicos las TIC constituyen un soporte estratégico para la gestión de inventarios.

De manera complementaria, se estudió la influencia de las TIC en la toma de decisiones gerenciales, destacando que la disponibilidad de información en tiempo real potencia la capacidad de análisis estratégico y favorece decisiones basadas en evidencia. En Coca-Cola, los sistemas de planeación apoyados en big data permiten ajustar inventarios en función de la demanda proyectada; mientras que, en Puerto Bahía, los reportes digitales de flujos de carga sirven de insumo para decisiones relacionadas con la optimización de almacenamiento y programación de operaciones.

A pesar de estas ventajas, el análisis también evidenció limitaciones y brechas en la adopción de TIC, como la resistencia cultural al cambio, deficiencias en la capacitación del personal y dificultades en la integración de plataformas heterogéneas. En Coca-Cola, el desafío principal ha sido la adaptación de pequeños distribuidores a los sistemas globales de información; mientras que, en Puerto Bahía, la integración de plataformas digitales con múltiples actores externos (navieras, agencias y autoridades portuarias) constituye un reto constante para la eficiencia operativa.

La interpretación contextualizada permitió, en consecuencia, generar hallazgos válidos y confiables que ofrecen una visión integral del fenómeno estudiado. Más allá de confirmar los beneficios de las TIC, se logró identificar los factores organizacionales y humanos que condicionan su éxito o limitan su impacto en la gestión de inventarios. Estos resultados constituyen un aporte relevante para la toma de decisiones estratégicas en organizaciones que enfrentan procesos de transformación digital.

Componentes relevantes de esta fase:

- Clasificación temática y jerarquización de la información recolectada.

- Aplicación del análisis de contenido para la identificación de categorías e inferencias.
- Evaluación crítica de las fuentes según su pertinencia, aplicabilidad y profundidad analítica.
- Síntesis de resultados en correspondencia con cada objetivo específico.
- Incorporación de casos organizacionales (Coca-Cola y Puerto Bahía) como referentes prácticos de validación contextual.
- Redacción estructurada del marco referencial basado en los hallazgos.

#### ***Fase 4 Socialización, Validación y Cierre del Proceso Investigativo***

La fase final del proceso metodológico se centró en la integración y consolidación de los hallazgos obtenidos, su validación con actores clave y la estructuración del documento definitivo. Esta etapa no solo representó el cierre formal de la investigación, sino también un espacio de reflexión crítica orientada a garantizar que los resultados alcanzados fueran coherentes, pertinentes y éticamente responsables.

Posteriormente, se llevó a cabo una revisión crítica y retroalimentación del documento preliminar, tanto de manera interna como con el acompañamiento de tutores académicos y lectores asignados. Este ejercicio de control de calidad evaluó la consistencia argumentativa, la fidelidad metodológica, la pertinencia de los hallazgos y la claridad en la exposición de resultados. Las observaciones recibidas permitieron realizar ajustes de redacción, reforzar la argumentación y precisar mejor la correspondencia entre hallazgos y objetivos planteados.

En un segundo momento, se desarrolló un proceso de validación con actores clave, compuesto por participantes vinculados al estudio y conocedores del contexto organizacional. La socialización de los resultados con este grupo permitió verificar la fidelidad interpretativa y la aplicabilidad de las conclusiones. Dicho ejercicio confirmó que los hallazgos reflejaban de manera realista las dinámicas observadas y aportaban elementos prácticos para la mejora de la gestión de inventarios soportada en TIC. Al mismo tiempo, este proceso fortaleció la dimensión ética de la investigación, al reconocer a los participantes no únicamente como fuentes de información, sino como interlocutores legítimos en la construcción de conocimiento.

Finalmente, se formularon recomendaciones prácticas y estratégicas, orientadas a optimizar la adopción de TIC en la gestión de inventarios. Entre ellas se destacan:

- Implementar programas de capacitación tecnológica de carácter continuo.
- Promover la integración de sistemas digitales para garantizar interoperabilidad.
- Fomentar una cultura organizacional orientada a la innovación y al uso intensivo de datos.
- Diseñar mecanismos de monitoreo y evaluación que midan el impacto real de las TIC sobre los indicadores logísticos.

En conjunto, esta última fase permitió cerrar el ciclo investigativo con un producto final que no solo cumple con los requerimientos académicos, sino que también ofrece un aporte aplicado a la práctica empresarial. El proceso de socialización y validación aseguró que los resultados fuesen pertinentes y transferibles, consolidando a la investigación como un insumo valioso para el fortalecimiento de la gestión logística en escenarios de transformación digital.

**Revisión Crítica Y Retroalimentación.** Antes de la entrega final, el documento fue sometido a procesos de revisión por parte de asesores académicos, quienes aportaron observaciones para fortalecer la estructura, claridad conceptual y profundidad analítica. Esta retroalimentación fue clave para mejorar la calidad del informe, afinar argumentos y asegurar que los resultados fueran pertinentes, relevantes y comunicados de forma efectiva. Finalmente, se realizó una evaluación general de la coherencia metodológica y el cumplimiento de los objetivos, con el propósito de validar que la ruta metodológica empleada respondiera con solidez al problema de investigación planteado.

Durante esta etapa también se revisaron y validaron los contenidos bajo criterios de coherencia interna, calidad académica y pertinencia con los objetivos del estudio. Asimismo, se incorporaron aportes críticos del autor en torno a las oportunidades y desafíos de las TIC en distintos sectores productivos, destacando lecciones aprendidas y recomendaciones prácticas para su implementación efectiva.

Aspectos que componen esta fase:

Redacción del marco teórico con base en el análisis documental.

Articulación entre los objetivos, actividades y resultados obtenidos.

Revisión y validación crítica del contenido escrito.

Elaboración de tablas y síntesis gráfica de los hallazgos.

Formulación de conclusiones y aportes derivados del estudio.

**Figura. 1**

*Diagrama Representativo de La Ruta Metodológica*



*Nota.* En esta figura se muestra el diagrama correspondiente a las fases de la ruta metodológica

## **Desarrollo y Análisis de Resultados**

El presente capítulo reúne, analiza y contrasta los hallazgos obtenidos a partir de la aplicación de los instrumentos metodológicos diseñados en la fase de investigación. Su propósito es interpretar los resultados en función de los objetivos planteados, identificando las tendencias, relaciones y patrones que evidencian el impacto de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la administración y control de inventarios dentro de la cadena de suministro.

El proceso de análisis se fundamentó en un diseño metodológico de triangulación de fuentes y técnicas, lo que permitió contrastar la información desde distintos enfoques empíricos y contextuales, garantizando la validez y confiabilidad de los resultados. La triangulación integró tres componentes principales:

**Casos de estudio:** Se analizaron experiencias reales y verificables de implementación de TIC en la gestión de inventarios a nivel local, latinoamericano e internacional. Estos casos permitieron identificar buenas prácticas, beneficios operativos y desafíos comunes en la adopción tecnológica, aportando una perspectiva comparativa.

**Observación no participativa:** Se realizó un seguimiento directo a las dinámicas de gestión de inventarios en dos organizaciones de relevancia estratégica en Colombia:

**Coca-Cola FEMSA (Indega) – CEDIS Valledupar:** Se observó el uso del sistema SAP ERP como herramienta central para la administración de inventarios, el control de abastos, el registro de movimientos y la integración de pedidos en tiempo real. Esta observación permitió comprender cómo las TIC facilitan la trazabilidad, la eficiencia y la sincronización de la

información logística en una red de distribución amplia que abarca Valledupar, La Guajira y el Magdalena.

Sociedad Portuaria Puerto Bahía: Se encuentra ubicada en el departamento de Bolívar, donde se observó la aplicación de tecnologías digitales en la gestión de inventarios portuarios, incluyendo sistemas de control de cargas, sensores IoT y plataformas de trazabilidad para contenedores. La empresa se ha convertido en un referente nacional en el uso de soluciones digitales para el seguimiento de mercancías y la gestión documental de importaciones y exportaciones, integrando herramientas como SAP S/4HANA y Terminal Operating Systems (TOS) para coordinar operaciones logísticas de alta complejidad.

Este componente permitió captar la realidad operacional de ambos contextos, evidenciando las similitudes y diferencias en el uso de las TIC según el tipo de operación logística: distribución terrestre en el caso de FEMSA, y gestión intermodal en el caso de Puerto Bahía. Asimismo, la observación facilitó el análisis de las percepciones de los actores internos, quienes destacaron tanto las ventajas del uso de plataformas digitales (mayor visibilidad, reducción de errores, automatización de procesos) como los retos más comunes (interoperabilidad de sistemas, capacitación del personal y resistencia al cambio).}

Se aplicó un instrumento estructurado dirigido a colaboradores y responsables de procesos logísticos, con el fin de recolectar información cualitativa sobre la percepción, adopción, ventajas y limitaciones del uso de TIC en la gestión de inventarios. Los resultados de este instrumento complementaron la observación y los casos de estudio, proporcionando una visión integral del fenómeno desde la perspectiva del capital humano.

En conjunto, estos tres elementos conforman una estrategia analítica coherente y robusta que permite comprender, desde un enfoque holístico, cómo las TIC transforman los procesos de control de inventarios en las cadenas de suministro contemporáneas. A partir de esta triangulación metodológica, se presenta a continuación el análisis sistemático de los resultados obtenidos.

### **Casos de Estudio**

Los casos de estudio constituyen una herramienta fundamental para comprender de manera práctica cómo las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) inciden en la administración y control de inventarios dentro de diferentes contextos organizacionales. A través de la revisión y análisis de experiencias reales, tanto nacionales como internacionales, se identifican las estrategias implementadas, los resultados obtenidos y los desafíos enfrentados por las empresas al incorporar soluciones tecnológicas en sus operaciones logísticas. Este análisis comparativo permite establecer patrones comunes, evaluar buenas prácticas y reconocer los factores críticos de éxito asociados a la digitalización de la gestión de inventarios.

#### ***Enfoque Local***

**Caso 1. grupo éxito.** El Grupo Éxito es una de las compañías líderes del sector retail en Colombia, con una presencia destacada en el mercado nacional gracias a su amplia red de tiendas físicas y su consolidada estrategia digital. En los últimos años, la empresa ha orientado sus esfuerzos hacia la omnicanalidad, integrando plataformas físicas y digitales para ofrecer una experiencia de compra unificada. (KPMG, 2024) “Grupo Éxito ha desarrollado una robusta estrategia omnicanal que integra tiendas físicas, plataformas en línea y aplicaciones móviles, facilitando así una experiencia de compra fluida y consistente”. Esta apuesta no solo ha permitido mejorar la satisfacción del cliente, sino que también ha generado la necesidad de

fortalecer la exactitud en los inventarios, el control de la cadena de suministro y la sincronización de la información en tiempo real.

De igual manera, la compañía ha explorado soluciones tecnológicas avanzadas como la identificación por radiofrecuencia (RFID) para reducir errores de conteo y pérdidas asociadas a las mermas. En esta línea, un reporte de (Logística, 2013) destaca que “Grupo Éxito reporta que los costos de manejo de inventario se redujeron en un 93% y las mermas en un 60%” tras las pruebas piloto con esta tecnología. Estos resultados evidencian cómo la digitalización y el uso de herramientas innovadoras no solo responden a las necesidades de un consumidor más exigente, sino que también repercuten en eficiencias operativas y reducción de costos logísticos.

**Caso 2 Studio f (Oracle Cloud WMSs).** Studio F, reconocida marca de moda colombiana, enfrentó grandes desafíos en la gestión de inventarios debido a su expansión regional y a la creciente complejidad de sus procesos logísticos. Para responder a estas demandas, la compañía implementó Oracle Cloud WMS, una solución de gestión de almacenes en la nube. De acuerdo con (Oracle, 2025), “Studio F implementó el WMS de Oracle y logró una confiabilidad en inventario por encima del 99%”. Esta mejora se tradujo en procesos más ágiles de recepción, almacenamiento, preparación de pedidos y distribución, reduciendo significativamente los errores asociados al manejo manual de inventarios.

El impacto de esta implementación fue aún más evidente en los tiempos de entrega y en la precisión de los pedidos. Como señala Oracle (Oracle, 2025), “desde el despliegue de Oracle Warehouse Management, la disponibilidad de inventario pasó a 99,4%... y el tiempo de entrega se redujo de cinco a tres días”. La experiencia de Studio F refleja cómo la adopción de soluciones tecnológicas basadas en la nube fortalece la resiliencia logística y permite una mayor

capacidad de respuesta frente a la volatilidad del mercado y las exigencias de los consumidores actuales.

**Caso 3 Grupo Familia (Mecalux Easy WMS y Automatización).** Grupo Familia, compañía líder en productos de higiene y cuidado personal en Colombia, emprendió la modernización de sus procesos logísticos con la implementación del sistema Easy WMS de Mecalux. Este proyecto incluyó la construcción de un almacén autoportante de gran capacidad, diseñado para garantizar la trazabilidad de los productos y optimizar los tiempos de preparación de pedidos. Un almacén autoportante de aproximadamente 35 metros de altura, con capacidad para gestionar cerca de 17.000 pallets, incorpora sistemas avanzados de gestión de almacenes y programas de control automatizado que permiten optimizar los flujos logísticos y el control de inventarios. Esta infraestructura de vanguardia convirtió al Grupo Familia en un referente regional en la gestión automatizada de inventarios.

La incorporación de este sistema generó importantes beneficios en términos de productividad, seguridad operativa y exactitud de inventario. La integración del WMS con los equipos automáticos de almacenamiento permitió reducir errores en la manipulación de mercancías y mejorar la eficiencia en las operaciones de picking. De esta manera, Grupo Familia no solo incrementó su capacidad de respuesta frente a la demanda, sino que también consolidó un modelo logístico sostenible y escalable en el tiempo.

**Caso 4 Megafin (3pl).** Megafin, operador logístico colombiano especializado en servicios de terceros (3PL), ha demostrado cómo la adopción de tecnologías de gestión de inventarios impacta directamente en la calidad del servicio al cliente. Al gestionar inventarios de diferentes clientes en un mismo centro de distribución, el reto principal radica en asegurar la trazabilidad, la confiabilidad y la integración de información en tiempo real. Tal como se señala

en un dossier sectorial, “un WMS reduce errores de inventario y mejora la trazabilidad al integrar operaciones de clientes diversos” (Logística, 2013). Esta capacidad es fundamental en un entorno de creciente externalización de los servicios logísticos en Colombia.

La experiencia de Megafin evidencia que el uso de WMS no solo beneficia a las grandes cadenas minoristas, sino que también representa un factor diferenciador para operadores logísticos que buscan consolidarse en un mercado competitivo. La estandarización de procesos de recepción, almacenamiento y distribución, junto con la generación de indicadores clave de desempeño (KPIs), fortalece la confianza de los clientes y crea valor agregado en la cadena de suministro.

**Caso 5 Electrolux Colombia.** Electrolux, fabricante multinacional con operaciones en Colombia, implementó Easy WMS en su almacén local para mejorar la exactitud y eficiencia en la gestión de inventarios. El sistema permitió optimizar los tiempos de respuesta, la ubicación de productos y los controles de calidad, además de sincronizar los procesos de recepción, almacenamiento y despacho. Aunque se trata de una empresa global, el caso colombiano evidencia la pertinencia de soluciones WMS para mejorar productividad y reducir errores en contextos locales.

**Caso 6: Alpina S.A.** Alpina, empresa líder del sector de alimentos, ha integrado herramientas como Oracle Process Manufacturing, RFID/EPC y plataformas CRM y GPS para optimizar la planificación de recursos y la trazabilidad de productos. Estas tecnologías han permitido reducir los costos de transporte, minimizar pérdidas por deterioro y mejorar la capacidad de respuesta ante la demanda. Estudios recientes confirman que Alpina ha fortalecido su toma de decisiones estratégicas gracias a la analítica de datos, aunque todavía enfrenta retos

relacionados con la capacitación del personal y la integración completa de sus sistemas (Gómez, 2021)

**Caso 7 Grupo Nutresa.** ha adoptado soluciones de Supply Chain Planning (SCP) y módulos logísticos de SAP con el fin de consolidar información en tiempo real y reducir la incertidumbre en la planificación de la demanda. Estas herramientas han permitido mejorar la precisión de las proyecciones y fortalecer el control de inventarios en múltiples centros de distribución. Asimismo, la empresa ha incorporado analítica avanzada y big data para anticipar picos de consumo y mejorar la rotación de inventarios. No obstante, persisten desafíos asociados al fortalecimiento de la interoperabilidad entre plataformas internas y externas, aspecto clave para incrementar la resiliencia de su red de suministro.

**Caso 8 Lácteos del Norte.** La pyme Lácteos del Norte constituye un ejemplo de cómo las empresas medianas en Colombia pueden beneficiarse de la digitalización. La implementación de un ERP especializado para la industria alimentaria permitió centralizar información administrativa y logística, generar reportes en tiempo real y mejorar la productividad general. El sistema fortaleció la capacidad de decisión de la gerencia y optimizó el control de stock. Sin embargo, el acceso a financiamiento y la resistencia cultural frente al cambio tecnológico continúan siendo retos importantes (ERP, 2023)

**Caso 9: Torsesa.** Empresa de suministros industriales, implementó un ERP flexible y escalable que centralizó información sobre compras, inventarios y producción. Este sistema permitió mejorar la trazabilidad de materiales, reducir errores humanos y aumentar la eficiencia operativa. El caso demuestra que las empresas medianas también pueden obtener ventajas competitivas mediante la adopción de TIC, logrando crecer en un mercado caracterizado por alta competencia (ERP, 2023)

### *Enfoque Latinoamericano*

**Caso 1 Brasil–Distribuidora en Alagoas (ERP+Analítica, estudio longitudinal 2014–2024).** Un estudio longitudinal de 11 años (2014–2024) en una distribuidora del estado de Alagoas (Brasil), publicado en MDPI Logistics (2025), evaluó el impacto de un ERP y prácticas de gestión sobre indicadores logísticos. El análisis ("before–during–after") muestra correlaciones entre la madurez de procesos soportados por TI y mejoras sostenidas en métricas de desempeño, incluyendo exactitud de inventarios y niveles de servicio, lo que aporta evidencia empírica robusta para el vínculo TIC–rendimiento logístico en un contexto latinoamericano real.

**Caso 2 Perú – Ransa (3pl regional) con infor WMS sobre AWS.** Ransa, operador logístico con presencia en varios países de América Latina, implementó Infor CloudSuite WMS con el objetivo de estandarizar y digitalizar sus operaciones. Según (Infor, 2020), “Ransa implementó exitosamente Infor CloudSuite WMS... permitiéndole ser más eficiente, productivo y competitivo”. Esta decisión respondió a la necesidad de integrar múltiples procesos logísticos dispersos en distintos países bajo una misma plataforma tecnológica. El impacto fue notable, pues permitió mejorar la visibilidad de inventarios, estandarizar procesos operativos y consolidar la toma de decisiones estratégicas.

En el contexto regional, la experiencia de Ransa es significativa porque muestra cómo las empresas latinoamericanas están apostando por tecnologías de clase mundial para superar las barreras logísticas estructurales. La gestión de inventarios a través de un WMS robusto genera ventajas en términos de confiabilidad de la información, reducción de costos de operación y fortalecimiento de la competitividad frente a los grandes operadores internacionales.

**Caso 3 Chile – Falabella Retail (Omnicanalidad y Centros Logísticos).** El Grupo Falabella, con presencia en varios países de América Latina, ha impulsado un modelo de negocio

basado en la omnicanalidad, consolidando la integración entre sus canales físicos y digitales. De acuerdo con (logística 360, 2024), “el plan de inversiones de Falabella permitirá profundizar la omnicanalidad y consolidar sus capacidades tecnológicas”. Esta estrategia busca responder a los cambios en los patrones de consumo, donde los clientes demandan experiencias rápidas, personalizadas y sin fricciones. Para ello, la compañía ha invertido en infraestructura tecnológica que le permite coordinar inventarios de manera centralizada y optimizar la promesa de entrega.

En sus informes corporativos, la empresa reconoce que los retailers exitosos en mercados más desarrollados han logrado crecer al ganar participación mediante la integración entre los canales físicos y digitales. De este modo, la compañía refuerza su posicionamiento regional al apostar por tecnologías que permiten gestionar inventarios unificados y cumplir con altos estándares de servicio, garantizando la disponibilidad de productos en todos los canales.

**Caso 4 México–Región – Mercado Libre (Mercado Envíos / Fulfillment, Automatización y Datos).** MercadoLibre se ha consolidado como la plataforma de comercio electrónico más importante de América Latina, destacándose por su modelo logístico a través de Mercado Envíos y sus centros de fulfillment. Según su informe anual, “a través de nuestra solución logística Mercado Envíos, ofrecemos a los vendedores servicios de fulfillment y almacenamiento, incluyendo el mantenimiento de inventarios de terceros” (MercadoLibre, 2021). Este modelo permite a la empresa ofrecer envíos más rápidos y seguros, al mismo tiempo que da a los vendedores la posibilidad de acceder a una red logística regional sin necesidad de realizar grandes inversiones.

Adicionalmente, la compañía ha desarrollado sistemas de integración mediante API que permiten a los vendedores verificar en tiempo real la disponibilidad de sus productos. Tal como lo explica la documentación técnica de MercadoLibre Developers (2024), “se puede consultar el

stock actual de los ítems gestionados por fulfillment, así como las operaciones y movimientos que lo modifican”. Esta transparencia en la gestión de inventarios refuerza la confianza de los usuarios y garantiza la eficiencia operativa de la plataforma.

**Caso 5 Chile – Conecta Logística (Articulación Público–Privada e Infraestructura Digital Sectorial).** La Fundación Conecta Logística (apoyada por el MTT de Chile) muestra, en su Memoria Integrada, avances en infraestructura de datos e interoperabilidad para el sector logístico, facilitando estandarización e inteligencia sectorial que inciden en visibilidad de inventarios, coordinación y eficiencia sistémica. Este marco institucional habilita y acelera la adopción de TIC en empresas retail/3PL, mejorando la calidad de información y la sincronización entre actores.

### *Enfoque Internacional*

**Caso 1 Inditex (Zara) – RFID y Unificación de Inventario Tienda–Online.** Inditex, matriz de marcas como Zara, ha transformado su gestión logística mediante la incorporación de tecnologías de identificación por radiofrecuencia (RFID). En su informe de gestión, la compañía resalta que “los programas RFID y SINT se han implantado ya en todos los formatos” (Inditex S.A., 2022). Este despliegue ha permitido a la empresa fortalecer la trazabilidad de sus productos, mejorar la exactitud de los inventarios y garantizar una reposición más eficiente en tiendas y centros de distribución. La integración tecnológica se traduce en un mayor control y flexibilidad para responder a la demanda.

Asimismo, Inditex (s. f.) afirma que “la integración de la trazabilidad por RFID con la gestión del inventario permite gestionar eficientemente la reposición y disponibilidad”. Este enfoque convierte a la empresa en un referente mundial en el uso de tecnologías digitales

aplicadas a la logística, consolidando un modelo de negocio basado en la velocidad de respuesta, la reducción de quiebres de stock y la optimización del surtido en cada punto de venta.

**Caso 2 Amazon – Robótica y Sistemas Inteligentes en Fulfillment.** Amazon ha revolucionado la logística global mediante la incorporación de soluciones de automatización y robótica en sus centros de distribución. La empresa ha desarrollado robots móviles autónomos como Proteus, capaces de navegar y colaborar de forma segura con empleados dentro de los centros de fulfillment, así como sistemas inteligentes como Sequoia que integran robots móviles y brazos robóticos para mejorar la gestión de inventarios y el procesamiento de pedidos. Estas innovaciones han optimizado la eficiencia operativa y consolidado el liderazgo de Amazon en la logística del comercio electrónico en todo el mundo (Robotics, 2023).

**Caso 3 Ups Healthcare – IOT en Cadena de Frío (Medicamentos y Biológicos).** UPS Healthcare ha fortalecido sus capacidades en la cadena de frío para garantizar la distribución eficiente de productos farmacéuticos y de salud. De acuerdo con (UPS, 2025), “UPS Healthcare cuenta con 17 millones de pies cuadrados de espacio de distribución sanitaria compatible con cGMP y GDP en todo el mundo. Los servicios incluyen gestión de inventarios, embalaje en cadena de frío y transporte especializado”. Esta infraestructura convierte a la compañía en un actor estratégico en la logística de medicamentos y vacunas, especialmente en contextos críticos como la pandemia de COVID-19.

En esa misma línea, UPS (2021) informó que “está ampliando sus ofertas con UPS Cold Chain Solutions, que incluye 36.200 m<sup>2</sup> de refrigeradores y congeladores, además de UPS Premier para visibilidad exacta”. La apuesta por la cadena de frío no solo garantiza la integridad de los productos, sino que también responde a las crecientes exigencias regulatorias

internacionales en materia de Buenas Prácticas de Distribución (GDP), posicionando a la compañía como líder en la logística de la salud.

El análisis transversal de los casos estudiados permite identificar patrones comunes sobre el impacto de las TIC's en la administración y control de inventarios, así como sus limitaciones y condiciones para una implementación exitosa.

### ***Beneficios Principales***

**Visibilidad y exactitud del inventario.** Casos como Studio F (Oracle WMS) en Colombia y Inditex (RFID) a nivel internacional muestran cómo las TIC logran exactitudes superiores al 99% y disponibilidad de stock en tiempo real, reduciendo quiebres y sobre-inventario.

**Eficiencia operativa y reducción de costos.** Megafin (3PL) en Colombia y Ransa (Perú) evidencian cómo la digitalización y WMS en la nube optimizan procesos de recepción, almacenamiento y despacho, reduciendo errores humanos y tiempos de ciclo.

**Escalabilidad y resiliencia.** MercadoLibre y Amazon muestran la capacidad de los sistemas automatizados, cloud-native y robóticos para absorber picos de demanda y mantener altos niveles de servicio.

**Trazabilidad y cumplimiento regulatorio.** Casos como UPS Healthcare (IoT) y Grupo Familia (Easy WMS) destacan la importancia de la trazabilidad en tiempo real para productos sensibles (alimentos, fármacos), reduciendo riesgos y garantizando cumplimiento normativo.

**Innovación estratégica y competitividad.** Grupo Éxito y Falabella evidencian cómo la inversión en omnicanalidad y transformación digital convierte la gestión de inventarios en un factor estratégico que refuerza la experiencia del cliente y la competitividad organizacional.

### ***Limitaciones Identificadas***

**Altos costos de inversión.** Implementaciones como las de Electrolux Colombia y Grupo Nutresa (SAP SCP) requieren capital significativo, lo que limita su acceso para pymes.

**Resistencia cultural al cambio.** Casos de pymes como Lácteos del Norte y Torsesa muestran que la adopción de TIC se ve afectada por la resistencia interna del personal y la necesidad de capacitación.

**Interoperabilidad de sistemas.** Nutresa y Ransa enfrentan el desafío de integrar plataformas internas y externas, lo que limita la fluidez en la gestión de inventarios entre actores de la cadena.

**Dependencia tecnológica y ciberseguridad.** Empresas como Amazon y MercadoLibre, basadas en datos masivos, enfrentan el reto de proteger la información y asegurar la continuidad de operaciones frente a ataques o fallos tecnológicos.

### ***Condiciones de Éxito***

**Capacitación y gestión del cambio.** La evidencia indica que el éxito depende de acompañar la adopción tecnológica con programas de formación (Alpina, Lácteos del Norte).

**Arquitecturas flexibles y escalables.** Soluciones SaaS y cloud (Studio F, Ransa) permiten mayor adaptabilidad frente a la dinámica del mercado.

**Gobernanza de datos y estandarización.** Casos como Conecta Logística (Chile) resaltan la importancia de infraestructuras de datos sectoriales para garantizar interoperabilidad y confianza.

**Enfoque estratégico y visión de largo plazo.** Iniciativas de Grupo Éxito y Falabella evidencian que la digitalización del inventario debe integrarse a una estrategia de transformación empresarial, no solo como un proyecto tecnológico aislado.

### ***Síntesis Comparativa (Nacional, Latam e Internacional)***

La comparación entre enfoques permite comprender cómo las TIC se han implementado en diferentes contextos:

**Colombia.** La adopción se caracteriza por soluciones ERP y WMS en grandes empresas (Grupo Éxito, Nutresa, Alpina) y casos de éxito en pymes (Lácteos del Norte, Torsesa). Predominan los beneficios en visibilidad, precisión y eficiencia, aunque persisten limitaciones en financiamiento y capacitación.

**Latinoamérica.** Casos como Ransa (Perú), Falabella (Chile) y MercadoLibre (México/Región) muestran una transición hacia arquitecturas en la nube, omnicanalidad y automatización masiva. La región evidencia avances significativos, pero también retos de interoperabilidad y madurez digital heterogénea.

**Internacional.** Líderes globales como Inditex, Amazon y UPS aplican tecnologías de frontera (RFID, robótica, IoT) que permiten inventarios en tiempo real, eficiencia extrema y cumplimiento regulatorio. Los casos internacionales marcan la pauta de innovación y ofrecen modelos de referencia para América Latina.

## **Tabla 2**

### ***Síntesis Comparativa (Nacional, Latinoamérica e Internacional)***

Tecnologías clave	Beneficios destacados	Desafíos principales
-------------------	-----------------------	----------------------

Colombia	ERP, WMS, RFID, CRM, GPS	Exactitud >99% (Studio F), reducción de quiebres (Éxito), trazabilidad (Grupo Familia, Megafin), eficiencia operativa (Electrolux)	Costos de inversión, capacitación, resistencia al cambio
Latinoamérica	ERP, WMS cloud, microservicios, analítica	Omnicanalidad (Falabella), visibilidad regional (Ransa), escalabilidad (MercadoLibre)	Interoperabilidad, madurez digital desigual
Mundial	RFID, robótica, IoT, Big Data, blockchain	Inventarios en tiempo real (Inditex), eficiencia en fulfillment (Amazon), trazabilidad y cumplimiento regulatorio (UPS)	Altos costos, complejidad tecnológica, ciberseguridad

*Nota.* Esta tabla muestra la síntesis comparativa de los casos de estudio analizados en los distintos enfoques (Nacional, Latinoamérica e Internacional)

### **Observación No Participativa**

La presente investigación incluyó la técnica de observación no participativa como parte del método cualitativo de recolección de información, con el fin de capturar directamente las prácticas operativas asociadas a la gestión de inventarios y el uso de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en un contexto real.

#### ***Coca-Cola FEMSA CEDIS Valledupar***

En particular, se llevó a cabo una visita de campo al centro de distribución (CEDIS) de Coca-Cola FEMSA (INDEGA) en Valledupar, cuya operación logística se articula con una red de distribuidores independientes en la ciudad de Valledupar y municipios adyacentes, incluyendo La Guajira y Magdalena. Esta instalación actúa como nodo estratégico en la cadena de suministro de la compañía, al almacenar volúmenes considerables de producto de la Coca-Cola Company y otros proveedores con los cuales existen alianzas comerciales, y abastecer tanto directamente como a través de agentes de distribución tercerizados, mediante rutas de preventa, fleteo y despacho.

Durante la observación no participativa se adoptó la postura de un observador externo: sin intervención en las actividades operativas del sitio, se registraron los procesos tal como se desarrollan en contexto real, con el objetivo de evaluar tanto la eficacia del sistema de gestión de inventarios como las interacciones entre tecnologías (software, dispositivos móviles, IoT) y trabajadores logísticos. Las principales dimensiones estudiadas incluyeron: (1) el flujo de entrada y salida de mercancías desde el sistema de gestión (software) hasta el muelle de despacho; (2) la verificación de stock frente al registro teórico del software; (3) la integración de los datos de preventa, rutas y fleteo con el sistema central; (4) la capacitación y conducta del personal operativo ante discrepancias; y (5) los mecanismos de control frente a la trazabilidad, los ajustes de inventario y las devoluciones. La técnica permitió contrastar las declaraciones de los responsables de TI y logística con la evidencia empírica de los procesos de almacén.

En el CEDIS de Valledupar se observó que la plataforma central para la administración de inventarios y toda la cadena de suministro era el software SAP ERP, desplegado para gestionar múltiples funciones: verificación del inventario, registro de entradas y salidas (incluidos fleteo y despacho), administración de pedidos, gestión de rutas de preventa mediante transmisión satelital, y conexión al sistema central de Colombia, así como con la oficina matriz internacional en México. SAP ERP proporciona a la organización la capacidad de monitorear en línea el pedido de los clientes, la asignación de rutas, la consignación del producto, la salida en fleteo y el registro de devolución cuando aplica. Los dispositivos móviles de los agentes de preventa capturan el pedido en campo y esos datos se integran automáticamente al sistema central SAP, permitiendo que el CEDIS en Valledupar optimice su carga, saldo de inventario, generación de remisiones y coordinación del despacho con distribuidores externos. A su vez, cada ruta de despacho está asociada en SAP con el registro del vehículo, conductor, mercadería,

centro de distribución, destino final y tipo de transacción, lo cual habilita la liquidación del producto vendido y el descuento del stock o el ingreso del producto en caso de devolución.

Uno de los aspectos valorados fue el procedimiento diario de conteo físico de inventario: un operador logístico especializado realiza la verificación manual de existencias, comparando el inventario real (paletas, tarimas, cajas) con el registro teórico del SAP. El verificador de la compañía valida las diferencias encontradas y se realizan las fluctuaciones necesarias (ajustes en el sistema) para empatar el inventario registrado con la realidad operativa. Este proceso se alinea con prácticas descritas en la literatura como fundamentales para mantener la exactitud del inventario, al combinar tecnología de registro con inspección humana (Avrahami, 2019).

Durante la visita se observó que las diferencias detectadas eran analizadas por tipo de SKU, ubicación, lote y fecha de caducidad, lo que permite un enfoque granular de control, especialmente en productos de alta rotación o que requieren priorización FEFO (first-expired, first-out).

Además, la observación mostró que el CEDIS de Valledupar opera con procedimientos de trazabilidad integrados, en los cuales el mismo código de barras (SKU) es utilizado de forma estándar tanto en el centro de distribución, como en las rutas de preventa, como en los puntos de venta independientes. La uniformidad en los códigos, sumada al registro digital en SAP, permite actualizar en tiempo real el estado del inventario, el traslado a rutas, la entrega al cliente y la devolución en caso de devolución. Esta cadena interconectada se extiende estratégicamente hacia distribuidores en otros municipios y está vinculada con el control de Barranquilla y la coordinación con la oficina central en Bogotá, lo que evidencia un modelo de gestión logística multinodal. Estudios de caso de la organización global reconocen que “we have developed and

deployed a digital inventory application to optimize finished product management, enabling real-time traceability and execution accuracy” (Coca-Cola FEMSA, 2025).

Durante la observación operativa, también se identificaron oportunidades de mejora: aunque la tecnología SAP y los dispositivos de campo logran un sistema de control muy integrado, se registraron momentos de congestión en la plataforma durante picos de preventa, lo que generó demoras en la sincronización de las rutas y en la actualización del inventario en tiempo real. Los operadores de almacén explicaron que cuando la transmisión satelital de los agentes de preventa era intermitente, la captura de pedidos se postergaba y el sistema SAP mostraba temporalmente saldos incorrectos, lo que obligaba a procedimientos manuales de corrección. Esta situación pone de relieve que la adopción de tecnologías requiere no solo software robusto, sino también infraestructura de conectividad, contingencias operativas y capacitación permanente, tal como advierte (Hazen, 2014), respecto a la calidad de los datos y redes de soporte para sistemas de inventario digitalizados.

En términos de gobernanza y control de la información, se observó que el CEDIS de Valledupar mantiene políticas internas de acceso al sistema SAP basadas en roles y perfiles definidos: el operador logístico tiene acceso a la consulta de existencias y carga de conteos; el verificador de inventario tiene permisos para disparar ajustes de stock (fluctuaciones), y la gerencia de operaciones tiene visibilidad de dashboards con KPIs (precisión de inventario, rotación, quiebres, devoluciones) generados dentro de SAP. Esto evidencia un nivel de integración entre TI, logística y cadena de suministro, lo cual es consistente con los hallazgos de la literatura sobre integración de sistemas ERP/WMS como condición de éxito para la gestión de inventarios modernos. (Waller & Fawcett, 2013).

Finalmente, el relevamiento permitió observar cómo el sistema de inventario digitalizado facilita una mejor toma de decisiones de abastecimiento. Por ejemplo, mediante los reportes diarios de SAP, la gerencia de Valledupar puede anticipar la demanda según rutas históricas, solicitud de preventa y devoluciones, lo que refuerza el alineamiento con los objetivos del negocio y minimiza el riesgo de quiebres. Este modelo de respuesta ágil, soportado por tecnología y proceso humano, sitúa a la unidad logística en Valledupar como un caso representativo de gestión de inventarios habilitada por TIC en un contexto latinoamericano.

Durante el periodo de observación y entrevistas informales, tanto operadores logísticos como líderes de área destacaron múltiples ventajas del uso de SAP y otras TIC dentro de la operación. Entre las más mencionadas se encuentran:

Mayor visibilidad y control. Los jefes de almacén mencionaron que “con SAP podemos ver en segundos el inventario disponible y tomar decisiones sin depender del conteo físico”.

Integración de procesos. Los líderes de distribución señalaron que “todo el proceso, desde que el vendedor toma el pedido hasta que el camión sale a ruta, está conectado en el sistema, lo que reduce los errores y mejora los tiempos de respuesta”.

Reducción de pérdidas. El personal operativo reconoció que la trazabilidad digital “permite detectar diferencias o pérdidas casi al instante”, disminuyendo la posibilidad de mermas no justificadas.

Sin embargo, también se identificaron **retos comunes** en el uso cotidiano del sistema:

Dependencia de la conectividad. Durante momentos de alta demanda, se registran retrasos en la sincronización de datos entre los dispositivos de preventa y la base central de SAP.

Limitaciones de capacitación. Algunos trabajadores expresaron dificultades para operar módulos específicos del sistema, especialmente en tareas de ajustes y reportes avanzados.

Actualización tecnológica. Los líderes destacaron que “el sistema SAP es robusto, pero requiere mantenimiento constante y licencias actualizadas”, lo que representa una inversión significativa para la compañía.

Estas observaciones coinciden con la literatura sobre adopción tecnológica en entornos logísticos, la cual subraya que la integración de sistemas ERP, IoT y analítica avanzada requiere tanto inversión en infraestructura como **capacitación continua del personal** (Hazen, 2014). De igual modo, Coca-Cola FEMSA (2023) enfatiza en sus informes que la capacitación y el mantenimiento tecnológico son esenciales para sostener la eficiencia operativa en sus centros de distribución en América Latina.

La observación no participativa en el CEDIS Valledupar permitió evidenciar cómo la implementación de tecnologías integradas (SAP, IoT, códigos de barras) ha transformado las prácticas de control de inventarios, fortaleciendo la trazabilidad, la precisión en los registros y la coordinación entre actores de la cadena. Asimismo, se identificó que el éxito del modelo depende no solo del software, sino también del compromiso humano, la conectividad y la formación técnica. El caso del CEDIS Valledupar representa, por tanto, un ejemplo relevante de cómo las TIC pueden potenciar la eficiencia logística dentro de un contexto regional interconectado con redes multinacionales.

### ***Sociedad portuaria puerto bahía***

Durante la observación no participativa desarrollada en la Sociedad Portuaria Puerto Bahía S.A., se pudo apreciar una operación portuaria moderna, dinámica y soportada en

herramientas tecnológicas que fortalecen la trazabilidad, la eficiencia y la confiabilidad de los procesos de control de inventarios. La terminal, reconocida como uno de los puertos multimodal más modernos de Colombia, cuenta con infraestructura especializada para el manejo de carga líquida y general, respaldada por la implementación de los sistemas NetSuite e ISea-Port desde comienzos de 2025, los cuales integran las áreas de operaciones, documentación, facturación, comercial y soporte técnico, facilitando la sincronización de datos entre las distintas dependencias.

Esta observación se enfocó en el terminal de carga general, que actualmente cuenta con Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) aplicadas a los procesos relacionados con inventario de mercancía, permitiendo mantener un control en tiempo real del flujo de esta, tanto en las operaciones marítimas como terrestres, generando una trazabilidad precisa desde el ingreso hasta el despacho, para llevar este control, el terminal cuenta con patios de almacenamiento divididos por slots, cada uno de los slots se encuentran debidamente demarcados, al momento de ubicar la mercancía, cada VIN queda identificado en sistema con un slots lo que permite llevar un control exacto de las posiciones de la mercancía en el terminal, lo que garantiza su disponibilidad inmediata al momento de ser retirada ya sea vía marítima o terrestre.

La observación permitió constatar que cada unidad de carga es identificada de manera individual mediante el número VIN en el caso de vehículos y por el código ISO en los contenedores, garantizando una administración más ordenada, transparente y confiable del inventario, reduciendo significativamente los errores manuales y los tiempos de búsqueda o verificación.

Durante el recorrido se observó una coordinación constante entre los distintos frentes de trabajo, destacándose el uso de dispositivos portátiles y terminales conectadas a los sistemas, que permiten registrar movimientos en campo sin necesidad de procesos manuales intermedios por medio del código de barra que traen las mercancías para su mejor identificación. Los líderes de área y el personal operativo coincidieron en resaltar las ventajas del uso de estas tecnologías, señalando que han contribuido a reducir los tiempos de despacho, mejorar la visibilidad de las operaciones y facilitar la comunicación entre las áreas logísticas y administrativas. Uno de los supervisores del área de carga general manifestó que “con NetSuite se eliminó gran parte del trabajo repetitivo en la digitación de datos y ahora podemos tener información consolidada en segundos”, mientras que otro colaborador del área de documentación destacó que “el sistema ISea-Port facilita la coordinación con la operación marítima, permitiendo saber exactamente dónde se encuentra cada unidad de carga, que tiempo de permanencia tiene en el terminal cuándo debe ser liberada o facturada, etc”. Estas apreciaciones reflejan una apropiación positiva de las herramientas tecnológicas por parte del personal, quienes reconocen en ellas una aliada estratégica para mejorar la eficiencia y la toma de decisiones operativas.

No obstante, también se identificaron algunos retos persistentes. Entre los más mencionados se encuentran la dependencia del soporte técnico en caso de fallas o lentitud del sistema, la necesidad de capacitación continua para mantener al personal actualizado frente a nuevas funcionalidades y la dificultad que puede representar la conectividad en determinadas zonas del puerto durante momentos de alta carga operativa. En ciertos casos, se observaron breves desajustes entre el registro físico y el digital, ocasionados por demoras en la validación documental o por contingencias técnicas temporales que requerían intervención del área de tecnología. A pesar de estos desafíos, los líderes de procesos reconocen que la curva de

aprendizaje ha sido favorable y que los beneficios obtenidos —como la reducción de errores, la mayor precisión en los inventarios y la mejora en la trazabilidad— superan ampliamente las dificultades iniciales.

En términos generales, la observación evidenció que la adopción de TIC en la gestión de inventarios de la Sociedad Portuaria Puerto Bahía ha transformado las operaciones logísticas, impulsando un modelo de trabajo basado en la eficiencia, la información en tiempo real y la colaboración interdepartamental. La combinación de infraestructura tecnológica, procedimientos estandarizados y talento humano capacitado ha permitido fortalecer la transparencia y la confiabilidad de la información, aspectos esenciales en el manejo portuario. De este modo, Puerto Bahía consolida un ejemplo de cómo la digitalización y el uso de tecnologías integradas pueden optimizar los procesos de control de inventarios, mejorar la productividad y posicionar a la terminal como un referente nacional en innovación logística portuaria.

### **Encuesta a actores del sector logístico**

Con el objetivo de complementar la evidencia obtenida mediante la observación no participativa y los casos de estudio, se aplicó una encuesta estructurada dirigida a actores relevantes del sector logístico —operarios, supervisores, responsables de inventarios y responsables de TI— con la finalidad de capturar percepciones, niveles de adopción y resultados prácticos asociados al uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la administración y control de inventarios. La encuesta constituye uno de los tres ejes de triangulación metodológica del estudio y aporta una visión directa desde quienes operan y gestionan los procesos logísticos en empresas de diversa escala y sectores.

### ***Diseño de la encuesta y características de la muestra***

El cuestionario se elaboró en formato digital (Google Forms) y permaneció activo durante el periodo de recolección de datos del estudio. Contuvo preguntas cerradas (opciones múltiples y escalas tipo Likert) para facilitar la comparación cuantitativa, y preguntas abiertas para captar percepciones cualitativas y experiencias concretas. El instrumento indagó aspectos tales como: tecnologías utilizadas (ERP, WMS, RFID, IoT, etc.), antigüedad de la adopción, nivel de integración entre sistemas, grado de automatización de procesos, reducción de tiempos, dificultades enfrentadas, condiciones críticas para el éxito y medidas de seguridad implementadas.

La muestra efectiva fue de 16 participantes ( $n = 16$ ), con perfiles vinculados a operaciones logísticas, almacén y tecnología en empresas de tamaño medio y grande. Los encuestados representan sectores vinculados a la distribución, manufactura y servicios logísticos, lo que permite obtener una visión práctica y transversal del impacto de las TIC en la gestión de inventarios.

### ***Resumen cuantitativo de los resultados.***

A partir del análisis descriptivo de las respuestas, los principales hallazgos cuantitativos son los siguientes:

#### ***Nivel de adopción de TIC***

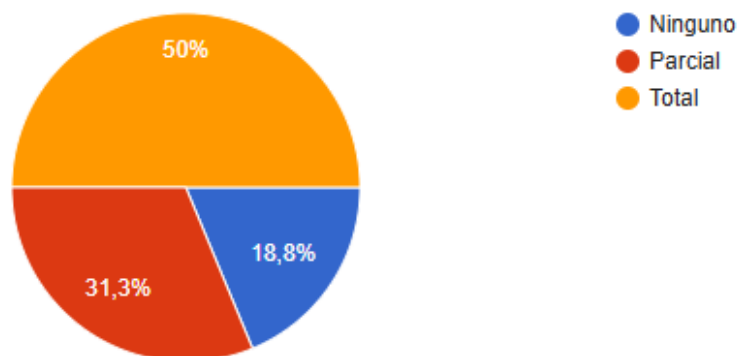
8 organizaciones reportaron una adopción total de tecnologías en la gestión de inventarios.

5 reportaron una adopción parcial.

3 indicaron no disponer de TIC implementadas para inventarios.

**Figura. 2.**

*Porcentaje del nivel de adopción de TICs*



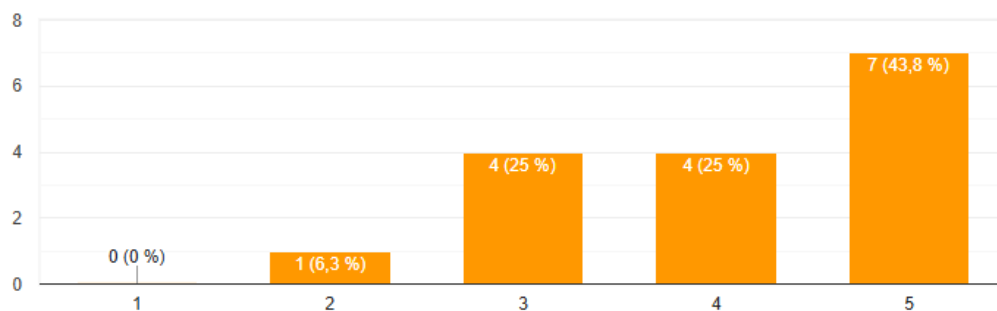
*Nota.* Esta figura muestra el porcentaje del nivel de adopción de las TICs en los procesos de las empresas donde actúan los encuestados.

***Antigüedad de uso y procesos cubiertos***

La mayoría indicó que las tecnologías han sido implementadas en los **últimos 0–5 años**, aplicándose en procesos de recepción, almacenamiento, picking, despacho y trazabilidad.

***Integración entre sistemas***

En una escala de 1 a 5, la integración promedio reportada fue 4.06, lo que sugiere que las empresas perciben un nivel de integración alto entre sus TIC internas y con proveedores/aliados.

**Figura. 3.***Escala de integración entre sistemas*

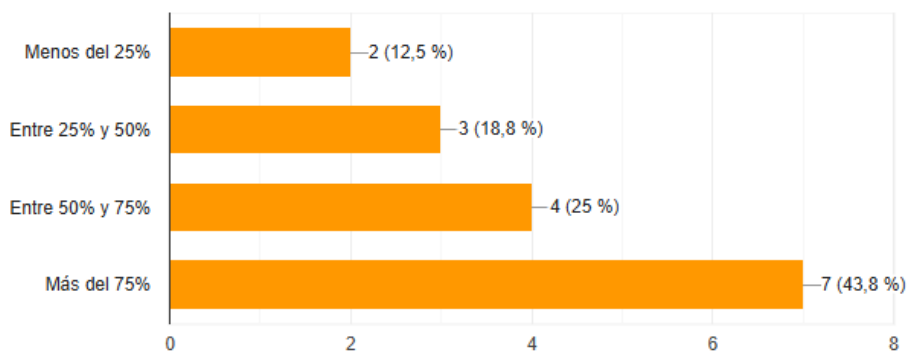
*Nota.* Esta figura muestra el gráfico de barras de los resultados obtenidos en la encuesta para la escala de integración de sistemas entre las empresas de los encuestados.

*Grado de automatización de procesos*

7 respuestas indican que más del 75 % de los procesos de inventario están automatizados.

4 empresas reportaron entre **50 % y 75 %**.

Solo 2 empresas reportaron menos del 25 % de automatización.

**Figura. 4.***Grado de automatización de procesos*

*Nota.* Esta figura muestra el grafico de barras de los resultados obtenidos en la encuesta para el grado de automatización entre las empresas de los encuestados.

### ***Actualización en tiempo real de datos de inventario***

6 empresas reportaron que más del 75 % de sus datos de inventario se actualizan en tiempo real.

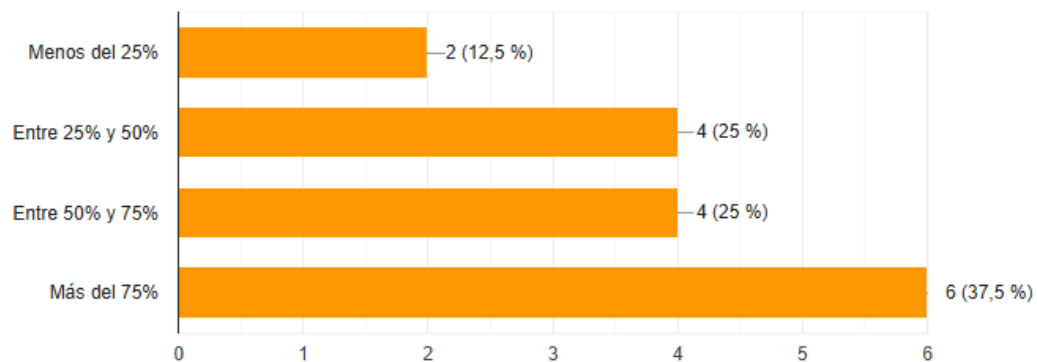
4 entre 50 % y 75 %.

4 entre 25 % y 50 %.

2 con menos del 25 %.

### **Figura. 5.**

#### *Actualización en tiempo real de datos de inventario*



*Nota.* Esta figura muestra el grafico de barras de los resultados obtenidos en la encuesta para el nivel de actualización en tiempo real de datos de inventario entre las empresas de los encuestados.

### ***Porcentaje del presupuesto anual dedicado a TIC para inventarios***

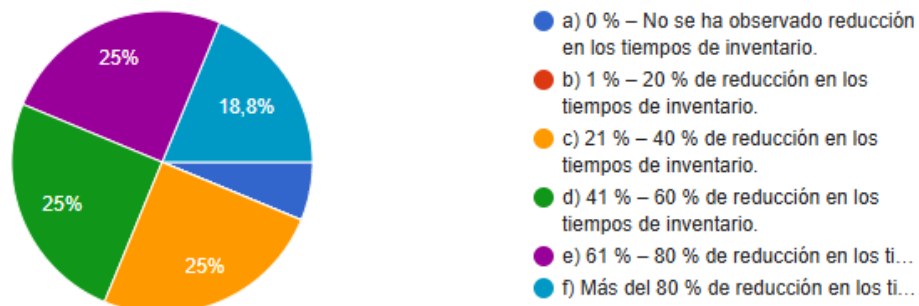
La mayor parte de los encuestados (11/16) indicó que destinan entre 5 % y 10 % del presupuesto anual a la implementación y mantenimiento de TIC; 4 empresas destinaron más del 10 %, y 1 empresa reportó menos del 5 %.

### ***Reducción de tiempos de inventario tras implementación***

Las reducciones reportadas fueron relevantes: la mayoría indicó reducciones entre 21 % y más del 60 %, distribuidas de la siguiente manera: 4 respuestas en 21–40 %, 4 en 41–60 %, 4 en 61–80 % y 3 en >80 %. Solo 1 respondió que no observó reducción.

### **Figura. 6.**

#### *Reducción de tiempos de inventario tras implementación*



*Nota.* Esta figura muestra el gráfico de pastel de los resultados obtenidos en la encuesta para el nivel de reducción de tiempos de inventario tras implementación entre las empresas de los encuestados.

### *Errores mensuales en gestión de inventarios*

12 empresas reportaron menos de 10 errores mensuales; 4 empresas indicaron entre 10 y 50 errores.

### *Satisfacción con el impacto de las TIC*

En la escala 1–5, las puntuaciones se concentraron en 4 y 5 (7 respuestas cada una), reflejando un alto grado de satisfacción generalizada con el impacto de las TIC en la gestión de inventarios.

### *Identificación con RFID (cobertura)*

Las respuestas muestran heterogeneidad: 4 empresas no usan RFID; otras 4 reportaron cobertura entre 76–100 %; el resto presentó rangos intermedios (1–75 %). Esto indica que, aunque RFID está presente en el sector, su adopción no es homogénea.

### *Auditorías tecnológicas*

10 empresas reportaron haber realizado 1–3 auditorías tecnológicas en los últimos 3 años, y 4 más reportaron más de 3 auditorías, lo cual sugiere un interés real en el control y mejora continua de las plataformas.

### *Análisis cualitativo y temas emergentes.*

Las respuestas abiertas y las selecciones múltiples permitieron identificar los temas recurrentes que explican los resultados cuantitativos. A continuación, se sintetizan los principales ejes:

**Beneficios operativos percibidos.** Dentro de los beneficios podemos resaltar:

Visibilidad y trazabilidad: los encuestados subrayan que las TIC ofrecen una “visión única del stock” y permiten tomar decisiones más rápidas (reposición, reasignación de stock entre nodos).

Reducción de errores y tiempos: hay consistencia entre la reducción de errores reportada (la mayoría con <10 errores/mes) y las mejoras en tiempos de inventario (gran parte reporta reducciones importantes).

Automatización y eficiencia: las empresas con mayor grado de automatización reportan mayor satisfacción y mejores indicadores operativos (tiempos y control).

**Limitaciones y barreras más frecuentes.** Dentro de las limitaciones y barreras mas frecuentes podemos resaltar:

Integración entre sistemas: las dificultades de interoperabilidad entre sistemas legados y nuevas plataformas fueron mencionadas recurrentemente como una barrera operativa.

Capacitación y gestión del cambio: múltiples respuestas enfatizan la necesidad de formación continua; la resistencia cultural aparece como freno a la adopción plena.

Conectividad y contingencias: cuando la actualización vía preventa o dispositivos móviles falla (problemas de conexión), surgen discrepancias temporales en el inventario que requieren correcciones manuales.

### ***Inversión y gobernanza***

Un gasto en TIC entre 5–10 % del presupuesto anual se considera consistente con políticas de mediano plazo para mantenimiento y actualización. Las empresas que destinan >10 % tienden a reportar más automatización y mayor porcentaje de datos en tiempo real.

La ejecución de auditorías tecnológicas (1–3 ó más) se asocia con mejores prácticas de gobernanza y mayor preparación para desplegar mejoras continuas.

### ***Seguridad y resiliencia***

Las medidas de seguridad más citadas incluyen control de accesos por roles, copias de seguridad y planes de recuperación —lo cual indica que las empresas están tomando en cuenta riesgos asociados a la provisión digital de información crítica.

### ***Relación con la triangulación metodológica.***

Los resultados de la encuesta permiten triangular y reforzar las conclusiones extraídas de la observación no participativa y los casos de estudio:

La alta percepción de beneficios (visibilidad, reducción de errores, mayor velocidad de respuesta) concuerda con lo observado en el CEDIS de Coca-Cola FEMSA (Indega) en Valledupar y con los casos internacionales que muestran ventajas de WMS/ERP y sensorización.

Los desafíos reportados (integración, capacitación, conectividad) reflejan las mismas fricciones que se documentaron de forma directa durante la observación en campo y en la revisión de experiencias sectoriales (por ejemplo, cuando plataformas no sincronizan en picos de carga).

El patrón de inversión y auditorías sugiere que las organizaciones que monitorean y auditan sus sistemas son las que alcanzan mayores niveles de automatización y actualización en tiempo real, lo que correlaciona con mejores indicadores operativos.

### ***Interpretación crítica y aportes para la investigación.***

Madurez tecnológica heterogénea. Aunque una porción relevante de empresas ha alcanzado altos niveles de automatización y actualización en tiempo real, la heterogeneidad en la

adopción de tecnologías (p. ej. RFID) muestra que el sector aún presenta brechas de madurez tecnológica. Esto obliga a plantear estrategias diferenciadas de adopción y escalamiento.

Importancia de la gobernanza y formación. La evidencia empírica respalda que la tecnología por sí sola no garantiza resultados; la capacitación del personal, la definición de roles y la gobernanza de datos son condiciones necesarias para materializar los beneficios.

Impacto operativo tangible. La reducción de tiempos y errores y la alta satisfacción reportada indican que las TIC están generando valor operacional real y medible en los centros de distribución que las adoptan con criterios integrales.

Relevancia de la integración: El alto índice promedio de integración ( $\approx 4.06/5$ ) indica que las empresas reconocen el valor de conectar sistemas; no obstante, el hecho de que integración y problemas de interoperabilidad aparezcan como barreras destaca la necesidad de estrategias de arquitectura e integradores especializados.

### ***Limitaciones del análisis***

Tamaño de la muestra ( $n = 16$ ). Si bien la muestra proporciona información práctica útil, no permite generalizaciones poblacionales amplias; los resultados deben interpretarse como evidencia descriptiva y contextualizada.

Autoselección y sesgo de respuestas. Dado que la encuesta fue respondida por actores interesados o sensibilizados con la temática, podría existir un sesgo positivo en la percepción de impacto.

Variabilidad sectorial y escala. La muestra mezcla empresas de diferentes tamaños y sectores, por lo que algunos hallazgos (p. ej. uso de RFID) pueden variar significativamente según la naturaleza del negocio.

### ***Recomendaciones prácticas derivadas del análisis***

Programas de capacitación continuos. Orientados a operarios y supervisores para reducir la resistencia y mejorar la utilización de módulos avanzados (ajustes, reporting, análisis).

Estrategias de integración por capas. (middleware/API gateways) que faciliten la interoperabilidad entre SAP/ERP y soluciones WMS/IoT sin necesidad de reemplazos integrales.

Políticas de inversión progresiva. priorizando automatización en procesos con mayor impacto operativo (recepción, picking, despacho), y auditorías periódicas para asegurar calidad de datos.

Planes de contingencia de conectividad. (operación off-line y sincronización diferida segura) que reduzcan las discrepancias temporales de inventario durante fallas de comunicación.

Adopción escalonada de RFID en categorías de alto valor o rotación, evaluando ROI por segmento antes de una implementación masiva.

## Conclusiones

El análisis realizado en esta monografía demuestra que las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) no solo han transformado los procesos de administración y control de inventarios, sino que además constituyen un pilar esencial para la competitividad y la sostenibilidad de las cadenas de suministro modernas. A través de la integración progresiva de soluciones digitales, las organizaciones logran mejorar la trazabilidad, reducir costos operativos, minimizar errores y fortalecer la toma de decisiones estratégicas. Este impacto no es solamente operativo, sino estructural: redefine la manera en que las empresas conciben, gestionan y optimizan sus recursos.

En el contexto colombiano, los hallazgos revelan que el uso de sistemas ERP y plataformas de gestión automatizada ha permitido a las empresas consolidar procesos, mejorar la visibilidad de inventarios y fortalecer los indicadores logísticos. Sin embargo, aún se evidencian limitaciones asociadas a la brecha digital, la inversión inicial y la resistencia cultural frente al cambio tecnológico. Las empresas medianas y pequeñas, que representan una parte sustancial del tejido productivo nacional, enfrentan desafíos importantes para lograr una digitalización integral.

A nivel latinoamericano, la investigación muestra que tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT), los sistemas de gestión de almacenes (WMS) y el análisis de datos en tiempo real han generado resultados tangibles en eficiencia y precisión. En países como Brasil, México o Chile, estas herramientas han permitido mejorar la trazabilidad y la sincronización de la información, impulsando una mayor competitividad regional. No obstante, la adopción sigue siendo desigual, y muchos sectores aún dependen de sistemas manuales o semiautomáticos que limitan la capacidad de respuesta ante cambios en la demanda o falls logísticas.

Desde la perspectiva global, la transformación digital de la gestión de inventarios alcanza niveles de madurez más avanzados. En regiones como Europa y Asia, la automatización con robótica, los sistemas avanzados de IoT, la analítica predictiva y el uso de Blockchain para la trazabilidad en tiempo real ya no son una tendencia emergente, sino una práctica consolidada. Estas tecnologías no solo optimizan los inventarios, sino que también contribuyen a la sostenibilidad mediante la reducción de desperdicios, la eficiencia energética y la economía circular.

Comparando los tres niveles —nacional, regional y global—, se identifica una tendencia clara: la digitalización de los inventarios es un proceso gradual que depende de la madurez tecnológica, las políticas públicas y la capacidad organizacional de cada país. Colombia y buena parte de América Latina se encuentran en una fase de transición, donde la incorporación de TIC avanza, pero aún se enfrenta a barreras estructurales que limitan su alcance. Este contexto plantea la necesidad de políticas que fomenten la innovación, la inversión digital y la formación de capital humano especializado.

Un hallazgo relevante del estudio es que la implementación de TIC no garantiza por sí misma una gestión eficiente. Su efectividad depende de la coherencia entre la tecnología adoptada, la estrategia organizacional y la cultura digital de la empresa. La tecnología es un medio, no un fin, y su verdadero impacto se materializa cuando los procesos se rediseñan para aprovechar su potencial. Por ello, las organizaciones deben adoptar una visión sistémica e integradora que considere tanto los factores técnicos como los humanos y organizacionales.

La evidencia analizada en los casos internacionales muestra que la convergencia entre IoT, inteligencia artificial y análisis de big data está generando cadenas de suministro inteligentes capaces de anticipar la demanda, detectar desviaciones y tomar decisiones

autónomas. Este tipo de innovación combinada redefine la gestión de inventarios al pasar de modelos reactivos a modelos predictivos y preventivos, con impactos positivos en la productividad, la seguridad y la sostenibilidad.

En cambio, en el entorno colombiano y latinoamericano, la transformación digital avanza de manera incremental. Las empresas que han iniciado procesos de digitalización lo hacen mediante estrategias híbridas, combinando sistemas ERP con módulos IoT o soluciones de analítica básica. Esta estrategia permite avanzar de forma escalonada, minimizando riesgos financieros y fortaleciendo las capacidades internas antes de incorporar tecnologías más complejas o disruptivas.

El análisis cualitativo evidencia que los beneficios más notables de las TIC se reflejan en la precisión del inventario, la reducción de errores humanos y la mejora en la comunicación interdepartamental. Asimismo, el acceso a información en tiempo real facilita la planificación de compras, la reducción de inventarios ociosos y el incremento de la satisfacción del cliente. Estos elementos demuestran que la digitalización no solo aporta eficiencia operativa, sino también valor estratégico para la organización.

Sin embargo, las brechas en infraestructura tecnológica, financiamiento y formación siguen siendo los principales obstáculos en Colombia y en muchos países de la región. Las pequeñas y medianas empresas, especialmente, carecen de recursos y conocimientos para implementar soluciones digitales robustas. Por esta razón, es indispensable que existan mecanismos de apoyo institucional, alianzas público-privadas y programas de capacitación que faciliten la adopción de TIC en todos los niveles del tejido empresarial.

En el plano académico, esta investigación aporta un marco analítico que integra las dimensiones tecnológica, organizacional y estratégica del impacto de las TIC en la administración de inventarios. Este enfoque permite comprender que la transformación digital no debe abordarse únicamente desde la adquisición de herramientas, sino desde la construcción de capacidades y competencias digitales sostenibles. En este sentido, la formación y la cultura organizacional son tan relevantes como la infraestructura tecnológica.

Desde una mirada crítica, los resultados permiten concluir que la digitalización de los inventarios no solo transforma procesos, sino que redefine prototipos de gestión. La información deja de ser un registro pasivo para convertirse en un activo estratégico que orienta la toma de decisiones. Esto implica que las organizaciones deben adoptar modelos de gestión basados en datos (data-driven), donde la inteligencia de negocio y el análisis predictivo sean pilares del control y la optimización de recursos.

Otro aspecto relevante identificado es que la innovación tecnológica en inventarios está directamente relacionada con la sostenibilidad y la resiliencia de la cadena de suministro. Las tecnologías digitales permiten optimizar rutas, reducir desperdicios y anticipar fallos, contribuyendo así a una gestión más responsable con el entorno y los recursos. En un contexto global marcado por crisis logísticas, escasez de insumos y demandas de sostenibilidad, esta relación cobra un valor estratégico innegable.

Las conclusiones también destacan que la transformación digital es un proceso de aprendizaje organizacional continuo. Las empresas deben avanzar hacia un modelo de innovación abierta, donde la colaboración con proveedores tecnológicos, universidades y centros de investigación fortalezca la capacidad de adaptación y generación de conocimiento aplicado.

La digitalización, por tanto, no debe verse como un destino, sino como un camino de mejora progresiva.

En perspectiva, Colombia y América Latina tienen una gran oportunidad para potenciar su competitividad mediante la integración de TIC en la gestión de inventarios. Si bien el camino hacia una digitalización plena presenta retos, los resultados demuestran que incluso las implementaciones parciales generan impactos significativos en eficiencia y sostenibilidad. Lo fundamental es diseñar estrategias adaptadas a las condiciones locales, promoviendo un equilibrio entre innovación tecnológica, capacidades internas y sostenibilidad económica.

Finalmente, podemos concluir que el verdadero valor de las TIC en la administración y control de inventarios no radica únicamente en la automatización de tareas, sino en su capacidad de transformar la manera en que las organizaciones piensan, deciden y se relacionan con su entorno. La innovación tecnológica y la transformación digital deben concebirse como motores de desarrollo organizacional, social y económico, capaces de impulsar una nueva era de cadenas de suministro inteligentes, resilientes y sostenibles.

El desarrollo de esta investigación permitió evidenciar que las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) han adquirido un papel determinante en la modernización de la gestión de inventarios dentro de las cadenas de suministro, transformando los procesos operativos en sistemas más dinámicos, precisos y adaptables. A través de la triangulación de tres componentes metodológicos —casos de estudio, observación no participativa y encuestas— se logró obtener una comprensión integral del impacto de las herramientas digitales en el ámbito logístico, identificando tanto los beneficios tangibles como los desafíos que acompañan su implementación.

La observación realizada en Coca-Cola FEMSA (Indega) CEDIS Valledupar permitió constatar que la adopción del software SAP ERP representa un eje fundamental para el control de inventarios y la coordinación de operaciones logísticas. Esta herramienta no solo integra los procesos de recepción, almacenamiento, despacho y liquidación de producto, sino que también posibilita la conexión directa entre los diferentes niveles jerárquicos y operativos de la organización. El personal logístico entrevistado destacó que la digitalización mediante SAP ha mejorado la precisión del inventario, la trazabilidad de los productos y la eficiencia de la cadena de suministro, al tiempo que ha reducido la incidencia de errores humanos. Sin embargo, también se identificaron retos significativos, como la dependencia tecnológica, los costos de actualización del sistema y la necesidad de mantener una capacitación continua del talento humano para aprovechar plenamente sus funcionalidades. Esta situación demuestra que la transformación digital no solo requiere inversión en infraestructura tecnológica, sino también un compromiso organizacional sostenido hacia la formación y la innovación.

Por otro lado, la observación complementaria desarrollada en la Sociedad Portuaria Puerto Bahía evidenció un entorno tecnológico más maduro y orientado hacia la integración de sistemas avanzados de trazabilidad, sensorización y comunicación en tiempo real. En esta organización, las TIC —particularmente el Internet de las Cosas (IoT), los sistemas satelitales de monitoreo y las plataformas de control automatizado— se han convertido en elementos esenciales para garantizar la visibilidad total de los flujos de carga, desde su ingreso hasta su despacho final. A diferencia del contexto de FEMSA-Indega, donde el control digital está más enfocado en la sincronización de operaciones comerciales y de distribución, Puerto Bahía ha centrado su digitalización en la seguridad, la transparencia y la interoperabilidad con organismos externos como aduanas, navieras y clientes internacionales. Este contraste pone en evidencia

cómo las TIC pueden adaptarse de manera flexible a los diferentes entornos logísticos, según la naturaleza de las operaciones y las necesidades del mercado.

Asimismo, los resultados obtenidos en la encuesta aplicada a actores del sector logístico proporcionaron una validación empírica a los hallazgos observacionales y documentales. Un alto porcentaje de los encuestados manifestó que la digitalización de los inventarios ha mejorado de manera sustancial la capacidad de análisis, la toma de decisiones y la eficiencia operativa. La mayoría coincidió en que las TIC han permitido reducir los tiempos de conteo físico, optimizar la comunicación entre áreas y ofrecer información en tiempo real que facilita la planificación de la demanda y el control del abastecimiento. No obstante, también se identificaron barreras persistentes como la resistencia al cambio cultural, la falta de competencias digitales en parte del personal operativo y los altos costos de adquisición y mantenimiento de tecnología avanzada. Estos resultados confirman que la adopción tecnológica en logística no puede analizarse de forma aislada, sino como un fenómeno complejo que involucra dimensiones técnicas, humanas y organizacionales.

En síntesis, los tres enfoques metodológicos permitieron demostrar que el impacto de las TIC en la administración y control de inventarios va más allá de la simple automatización de procesos. Su verdadero valor radica en la capacidad de transformar la cultura organizacional, optimizar la colaboración entre áreas, mejorar la transparencia de la información y facilitar la toma de decisiones estratégicas. Las empresas que logran integrar las TIC como parte estructural de su modelo de gestión evidencian mayores niveles de eficiencia, resiliencia y sostenibilidad. Sin embargo, los resultados también revelan que la efectividad de la transformación digital depende de la coherencia entre la tecnología utilizada, la estrategia corporativa y la preparación del talento humano. En otras palabras, la digitalización de inventarios no debe verse únicamente

como una solución tecnológica, sino como un proceso sistémico que requiere planificación, liderazgo y compromiso organizacional continuo.

De esta manera, la presente investigación reafirma que el aprovechamiento integral de las TIC en la gestión de inventarios constituye un factor determinante para la competitividad de las organizaciones colombianas y latinoamericanas. Tanto en FEMSA-Indega como en Puerto Bahía, el uso eficiente de herramientas como SAP, IoT, RFID y plataformas en la nube ha permitido generar entornos operativos más ágiles y confiables. Sin embargo, la consolidación de estos avances demanda una visión de largo plazo que promueva la innovación, la capacitación permanente y la adopción de estándares tecnológicos interoperables. En última instancia, la digitalización se configura como un proceso evolutivo y progresivo que redefine la naturaleza misma de la gestión logística moderna.

## Recomendaciones

El presente apartado tiene como propósito formular una serie de recomendaciones derivadas del análisis realizado en esta monografía, con base en los hallazgos obtenidos a través de este estudio sobre el impacto de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la administración y control de inventarios dentro de las cadenas de suministro. Las propuestas que aquí se plantean buscan orientar tanto a las organizaciones empresariales como a la academia hacia una adopción más estratégica, sostenible y transformadora de las tecnologías digitales. En coherencia con el enfoque del estudio, las recomendaciones combinan perspectivas prácticas y analíticas, articulando la innovación tecnológica con la eficiencia operativa, la sostenibilidad y la resiliencia empresarial.

En primer lugar, se recomienda que las organizaciones aborden la incorporación de TIC en la gestión de inventarios desde una visión estratégica y no meramente operativa. La digitalización debe concebirse como un proceso de transformación cultural que atraviesa toda la estructura organizacional. Estudios recientes destacan que las empresas que alinean su estrategia digital con los objetivos corporativos logran incrementos de eficiencia superiores al 20 % en la rotación de inventarios y reducción de costos logísticos (Forum, 2024). Por tanto, es necesario que la alta dirección asuma el liderazgo del cambio tecnológico con una planeación integral que contemple recursos, capacitación y métricas de impacto.

En segundo lugar, resulta fundamental que las empresas adopten un enfoque gradual y adaptativo en la implementación de tecnologías digitales. No todas las organizaciones requieren soluciones avanzadas como inteligencia artificial o blockchain desde el inicio; muchas pueden generar mejoras significativas con sistemas ERP modulares, plataformas de trazabilidad o soluciones en la nube para control de inventarios. Adoptar tecnologías de manera escalable

permite integrar posteriormente soluciones más complejas sin afectar la estabilidad de las operaciones.

Asimismo, es esencial fortalecer las competencias digitales del talento humano. La implementación tecnológica no garantiza resultados si el personal no cuenta con las habilidades para interpretar, analizar y aprovechar la información generada por las TIC. La capacitación continua debe orientarse a desarrollar capacidades analíticas, pensamiento crítico y manejo de herramientas de automatización. De acuerdo con la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2025), el déficit de competencias digitales es uno de los principales obstáculos que limita la productividad y la competitividad en la región.

Otra recomendación clave es promover la integración de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial (IA), el Internet de las cosas (IoT) y la analítica predictiva. Estas herramientas permiten anticipar fluctuaciones de demanda, optimizar niveles de inventario y reducir desperdicios. La adopción de estas tecnologías puede fortalecer la competitividad de las empresas latinoamericanas, al mejorar la precisión de los pronósticos de demanda y la eficiencia de la cadena de suministro en mercados globales

Desde una perspectiva operativa, se recomienda fortalecer los sistemas de trazabilidad y monitoreo en tiempo real, los cuales permiten visibilizar el flujo de materiales, reducir pérdidas y mejorar la toma de decisiones. La literatura académica indica que los sistemas de trazabilidad no solo aportan visibilidad y control de inventarios, sino que también están directamente relacionados con el fortalecimiento de la resiliencia de la cadena de suministro, al mejorar la capacidad de anticipar, detectar y responder ante disrupciones operativas o externas (Razak, Hendry, & Stevenson, 2023). En el contexto latinoamericano, este tipo de prácticas puede

contribuir a minimizar los riesgos asociados a la informalidad y a la limitada infraestructura tecnológica.

Además, la digitalización de los inventarios debe integrarse con criterios de sostenibilidad y responsabilidad ambiental. Las TIC no solo deben mejorar la eficiencia, sino también contribuir a reducir desperdicios, optimizar rutas de transporte y disminuir emisiones de carbono. De acuerdo con el informe “Digital with Purpose” (Global Enabling Sustainability Initiative (GeSI), y Deloitte, 2019), las soluciones digitales aplicadas a la cadena de suministro podrían reducir hasta un 30 % de las emisiones logísticas si se gestionan de forma sostenible. Por ello, se recomienda adoptar indicadores de desempeño ambiental vinculados a la gestión de inventarios.

También se aconseja fomentar la colaboración interorganizacional a través de plataformas digitales compartidas. Las cadenas de suministro son ecosistemas interdependientes y, por tanto, la eficiencia no puede lograrse de forma aislada. Plataformas colaborativas basadas en la nube permiten compartir información en tiempo real entre proveedores, distribuidores y clientes, fortaleciendo la sincronización de la demanda y el abastecimiento. Según Accenture (2024), las empresas que integraron datos colaborativos con sus socios logísticos redujeron sus tiempos de ciclo en un promedio del 22 %.

En el ámbito de la gestión del riesgo, es indispensable incorporar herramientas TIC que permitan detectar anomalías, simular escenarios y establecer planes de contingencia automatizados. La combinación de sistemas predictivos e inteligencia artificial facilita la identificación temprana de cuellos de botella o rupturas en la cadena de suministro. Esto se traduce en una mayor capacidad de respuesta ante contingencias, mejorando la continuidad operativa y reduciendo costos asociados a la incertidumbre.

Comparativamente, la experiencia de Asia y Europa demuestra que los países que han impulsado políticas públicas de transformación digital han acelerado la modernización de su infraestructura logística y tecnológica. En América Latina, se recomienda fortalecer los marcos regulatorios, incentivar la adopción de tecnología mediante beneficios tributarios y promover alianzas público-privadas orientadas al desarrollo digital del sector productivo. La articulación institucional puede ser un factor determinante para cerrar las brechas tecnológicas que actualmente limitan la competitividad regional.

A nivel académico, se recomienda ampliar la investigación aplicada sobre los efectos de las TIC en las pymes, ya que este segmento concentra gran parte del tejido empresarial latinoamericano y enfrenta mayores barreras para acceder a tecnologías de punta. La generación de conocimiento contextualizado permitirá diseñar estrategias más inclusivas y sostenibles. Además, es pertinente fortalecer la formación en gestión digital de inventarios dentro de los programas de educación superior y de posgrado.

Desde el punto de vista de la innovación, las empresas deben considerar la adopción de modelos híbridos de gestión, donde la automatización conviva con la inteligencia humana. La digitalización no reemplaza el criterio operativo ni la experiencia logística, sino que los potencia. En este sentido, el reto consiste en crear entornos de trabajo donde los datos respalden las decisiones estratégicas y donde la tecnología se convierta en un facilitador del pensamiento analítico y no en un fin en sí mismo.

Por otra parte, la transformación digital debe acompañarse de una cultura organizacional orientada al cambio, donde la flexibilidad, el aprendizaje continuo y la experimentación sean valores fundamentales. Sin una cultura que fomente la innovación, la implementación tecnológica tiende a estancarse o generar resistencia. La evidencia muestra que las empresas con

altos niveles de madurez digital también presentan mayores índices de compromiso y satisfacción laboral (Deloitte, 2024).

Finalmente, se sugiere que las empresas adopten una visión de largo plazo, en la cual la digitalización de los procesos de inventario no sea vista como un gasto, sino como una inversión estratégica. La sostenibilidad, la eficiencia y la resiliencia dependen de la capacidad de las organizaciones para anticipar tendencias tecnológicas y adaptarse de manera proactiva. En un entorno global caracterizado por la volatilidad, la gestión digital de inventarios se posiciona como un pilar esencial para la competitividad empresarial y la sostenibilidad económica.

A partir de los hallazgos obtenidos y del análisis integral de los resultados empíricos, se plantea que la incorporación de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la administración y control de inventarios debe abordarse desde una perspectiva estratégica, gradual y sostenible. Las experiencias analizadas en FEMSA-Indega, Puerto Bahía y las organizaciones encuestadas evidencian que la tecnología por sí sola no garantiza la eficiencia operativa; su éxito depende de la sinergia entre los procesos, las personas y la cultura organizacional. En este sentido, resulta indispensable que las empresas desarrollen estrategias de transformación digital alineadas con sus objetivos corporativos y con un enfoque de gestión del cambio que involucre activamente a todos los niveles de la organización.

Una de las principales recomendaciones consiste en fortalecer las competencias digitales del talento humano, entendiendo que el capital humano es el principal habilitador del cambio tecnológico. Las observaciones realizadas en FEMSA-Indega mostraron que el dominio del sistema SAP y de otras herramientas TIC depende directamente de la capacitación continua y del acompañamiento técnico ofrecido por la organización. Por tanto, se sugiere implementar programas formativos periódicos orientados al uso avanzado de sistemas ERP, gestión de datos y

herramientas de analítica, complementados con espacios de innovación donde los trabajadores puedan proponer mejoras basadas en su experiencia operativa.

Del mismo modo, se recomienda que las empresas adopten un modelo escalonado de digitalización, que permita incorporar tecnologías progresivamente según las capacidades financieras y operativas. No todas las organizaciones requieren implementar soluciones complejas como inteligencia artificial o blockchain en una primera fase; muchas pueden obtener resultados significativos mediante la modernización de sus sistemas ERP, la implementación de lectores RFID o el uso de plataformas en la nube para monitorear inventarios en tiempo real. Este enfoque gradual favorece la estabilidad del sistema, facilita la aceptación por parte del personal y reduce los riesgos asociados a los procesos de adopción tecnológica.

En un plano más amplio, se destaca la importancia de promover la interoperabilidad y la colaboración interempresarial. Las experiencias observadas en Puerto Bahía demuestran que los mayores avances en trazabilidad y control se logran cuando diferentes actores de la cadena — proveedores, operadores logísticos, transportadores y clientes— comparten información en plataformas comunes. Este modelo colaborativo no solo aumenta la transparencia, sino que también mejora la capacidad de respuesta ante disrupciones logísticas y reduce los costos asociados a la duplicidad de procesos o a la falta de visibilidad. En este sentido, se recomienda fomentar alianzas estratégicas y acuerdos tecnológicos que impulsen ecosistemas logísticos digitales en Colombia y la región.

Otra dimensión clave identificada es la cultura organizacional. La investigación evidencia que la resistencia al cambio continúa siendo una de las barreras más frecuentes en la implementación de TIC. Por ello, las empresas deben promover una cultura de innovación y aprendizaje continuo, donde el error sea entendido como parte del proceso de mejora y donde la

tecnología sea percibida como una herramienta de empoderamiento y no como una amenaza.

Este cambio de mentalidad requiere liderazgo transformador, comunicación efectiva y un sistema de incentivos que reconozca la participación del personal en los procesos de innovación.

Por último, se recomienda integrar la digitalización de inventarios con principios de sostenibilidad y eficiencia energética, especialmente en sectores de alto impacto ambiental. Las TIC pueden contribuir de manera significativa a reducir desperdicios, optimizar rutas de distribución y minimizar las emisiones de carbono asociadas a las operaciones logísticas. Por tanto, las empresas deben avanzar hacia modelos de gestión digital que no solo busquen eficiencia económica, sino también responsabilidad ambiental y social.

En conclusión, la investigación permite afirmar que la adopción efectiva de TIC en la gestión de inventarios no es un fin en sí misma, sino un medio para transformar la manera en que las organizaciones piensan, decide y actúan frente a los retos del entorno competitivo. La digitalización, acompañada de una visión estratégica, liderazgo participativo y aprendizaje organizacional, constituye la base para construir cadenas de suministro más inteligentes, resilientes y sostenibles, capaces de responder con agilidad a las demandas del mercado global.

## Referencias

- Abawajy, J., & Mahdin, H. (2011). An Approach for Removing Redundant Data from RFID Data Streams. doi:<https://doi.org/10.3390/s111009863>
- Acevedo Urquiaga, A. J., Sablón Cossío, N., & Acevedo Suárez, J. (2019). Formación logística en Cuba: desafíos y perspectivas. *SciELO*, 1. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202019000100172](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202019000100172)
- Ahakonye, L. A. (2024). A multi-MLP prediction for inventory management in manufacturing execution system. *ELSEVIER*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.iot.2024.101156>
- Al-Assaf, K. A. (2024). The relative importance of key factors for integrating ERP systems and performance management practices. *Big Data and Cognitive Computing*, 8(9), 122. doi:<https://www.mdpi.com/2504-2289/8/9/122>
- Ali, A. A. (2024). The Role of Digital Supply Chain on Inventory Management Effectiveness within Engineering Companies in Jordan. *MDPI*. doi:<https://doi.org/10.3390/su16188031>
- Alotaibi, Y., Alzahrani, A., Alsharif, M., & Alnasser, A. (2024). Internet of Things (IoT) applications security trends and challenges. *Discover Internet of Things*, 90. doi:<https://doi.org/10.1007/s43926-024-00090-5>
- Al-Shaikhli, I., Al-Naji, A., & Chahl, J. (2025). Blockchain technology for the traceability and authentication of consumer products: A systematic review. *Applied Sciences*. doi:[10.3390/app15010051](https://doi.org/10.3390/app15010051)
- Attaran, M. (2007). RFID: An enabler of supply chain operations. *Supply Chain Management: An International Journal*. doi:<https://doi.org/10.1108/13598540710759763>

- Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The Internet of Things: A survey.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.comnet.2010.05.010>
- Avrahami, A. &. (2019). The value of inventory accuracy in supply chain management: Correlation between error sources and proactive error correction. *American Journal of Operations Management and Information Systems*. doi:10.11648/j.ajomis.20190401.11
- Awasthy, P., Haldar , T., & Ghosh, D. (2025). Blockchain enabled traceability — An analysis of pricing and traceability effort decisions in supply chains. *European Journal of Operational Research*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2024.10.019>
- Axial ERP. (2022). *Historia del ERP*. Obtenido de Axial ERP: [https://axial-erp.co/info/la-empresa-centrada-en-el-cliente-poner-a-las-personas-primero-en-los-negocios/capitulo-1-entendiendo-el-erp-historia-del-erp/?utm\\_source=chatgpt.com](https://axial-erp.co/info/la-empresa-centrada-en-el-cliente-poner-a-las-personas-primero-en-los-negocios/capitulo-1-entendiendo-el-erp-historia-del-erp/?utm_source=chatgpt.com)
- Babai, M. Z. (2020). Demand forecasting and inventory control: A systematic review of machine learning applications. *European Journal of Operational Research*.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2021.06.018>
- Bag, S., & Gupta, S. (2021). Roles of Innovation Leadership on Using Big Data Analytics to Establish Resilient Healthcare Supply Chains to Combat the COVID-19 Pandemic : A Multimethodological Study. doi:<https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1394590>
- Becerra González, K., & Pedroza Barreto, V. (2017). Implementación de las TIC'S en la gestión de. *Journal of Undergraduate Research*, 2. Obtenido de <https://files01.core.ac.uk/download/pdf/234019677.pdf>

- Bensinger, G. (2025). *Amazon's delivery, logistics get an AI boost*. Obtenido de [www.reuters.com: https://www.reuters.com/business/retail-consumer/amazons-delivery-logistics-will-get-an-ai-boost-2025-06-04/](https://www.reuters.com/business/retail-consumer/amazons-delivery-logistics-will-get-an-ai-boost-2025-06-04/)
- Bertsimas, D. &. (2020). From predictive to prescriptive analytics. *Management Science*. doi:<https://doi.org/10.1287/mnsc.2018.3253>
- Bertsimas, D., Kallus, N., & Hussain, A. (2016). Inventory Management in the Era of Big Data. doi:[https://doi.org/10.1111/poms.2\\_12637](https://doi.org/10.1111/poms.2_12637)
- Bhavikatta, N. (2025). AI-driven inventory optimization in supply chains: A comprehensive review on reducing stockouts and mitigating overstock risks. *Journal of Computer Science and Technology Studies*. doi:<https://doi.org/10.32996/jcsts.2025.7.7.1>
- Biswas, S., & Sanyal, A. (2023). Critical Success Factors for 5G Technology Adaptation in Supply Chains. *MDPI*. doi:<https://doi.org/10.3390/su15065539>
- Bowersox, D., & Bowersox, J. (2018). *Supply Chain Management*. Obtenido de <https://www.mheducation.com/unitas/highered/sample-chapters/9780078096648.pdf>
- Calatayud, A., & Montes, L. (2021). Logística en América Latina y el Caribe: Oportunidades, desafíos y líneas de acción. *BID*, 1. doi:<http://dx.doi.org/10.18235/0003278>
- Campodónico, P., & Lissette, M. (2021). Gestión de inventarios para la optimización de la rentabilidad y rendimiento en empresas PYMES, sector ferretero. Obtenido de <https://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/4677>
- Cardona, D., & Balza Franco, V. (2017). *Innovación en los procesos logísticos: Retos locales frente al desarrollo global*. Editorial Unilibre. Obtenido de <https://www.researchgate.net/profile/Vladimir-Balza->

Franco/publication/329542577\_Innovacion\_en\_los\_procesos\_logisticos\_Retos\_locales\_fr  
ente\_al\_desarrollo\_global/links/5e6babcb92851c6ba700848c/Innovacion-en-los-  
procesos-logisticos-Retos-locales-frente-al-d

Carpitella, S., & Izquierdo, J. (2025). Trends in Sustainable Inventory Management Practices in Industry 4.0. *MDPI*. doi:<https://doi.org/10.3390/pr13041131>

CEPAL. (2025). *Educación y desarrollo de competencias digitales en América Latina y el Caribe*. Obtenido de <https://www.cepal.org/es/publicaciones/81377-educacion-desarrollo-competencias-digitales-america-latina-caribe?utm>

Chachalo Cuasque, M., & Valencia Chapi, R. (2025). Control de Inventarios para la Mejora en la Gestión Logística. doi:<https://doi.org/10.69639/arandu.v12i2.896>

Chandel, A., & Naaz, S. (2024). Key success factors for integration of blockchain and ERP systems: A systematic literature review. *Procedia Computer Science*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.05.020>

Chopra, S. &. (2022). *Supply chain management: Strategy, planning, and operation (8th ed.)*. Pearson Education. Obtenido de <https://www.pearson.com/en-us/subject-catalog/p/supply-chain-management-strategy-planning-and-operation/P200000006296>

Christopher, M. (2016). *Logistics & supply chain management*. Obtenido de <https://www.buscalibre.com/int-es/libro-logistics-supply-chain-management/9781292083797/p/49109450>

Coca-Cola FEMSA, S. d. (2025). *2024 Integrated Report / Informe Integrado 2024*. Obtenido de [https://investors.coca-colafemsa.com/assets/files/reportes\\_resultados\\_en/2024/integrated-report-kof-ir-2024-eng.pdf](https://investors.coca-colafemsa.com/assets/files/reportes_resultados_en/2024/integrated-report-kof-ir-2024-eng.pdf)

- Computer History Museum. (2025). *Timeline of Computer History*. Obtenido de [www.computerhistory.org: https://www.computerhistory.org/timeline/1981/](https://www.computerhistory.org/timeline/1981/)
- Cota Pardini, Y., Osuna Armenta, M., Sandoval Acosta, J., & Medrano Villalobos, D. (2025). Evaluación y mejora del manejo y control de inventario en una empresa de comercialización de pinturas para reducir el desperdicio y pérdida de productos. *Universidad de Lima*. doi:<https://doi.org/10.26439/ing.ind2025.n48.7744>
- CTND. (2014). *A brief historical look at the evolution of enterprise resource planning*. CTND. Obtenido de CTND: <https://www.ctnd.com/a-brief-historical-look-at-the-evolution-of-enterprise-resource-planning/>
- D.-H, K., & G.-Y, K. (s.f.). Digital Twin-Based Prediction and Optimization for Dynamic Supply Chain Management. *Machines*. doi:<https://doi.org/10.3390/machines13020109>
- Davenport, T. (2007). *Competing on Analytics*. Obtenido de [https://openlibrary.org/works/OL17084116W/Competing\\_on\\_analytics](https://openlibrary.org/works/OL17084116W/Competing_on_analytics)
- de Koster, R., & Jan Roodbergen, K. (2007). Design and control of warehouse order picking: A literature review. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.07.009>
- Del-Castillo, S. (2023). Tecnologías de la información y comunicación aplicadas a la cadena de suministro logística. *Revista DOXA ITQ*. Obtenido de [https://itq.edu.ec/wp-content/uploads/2024/01/2023-09-17\\_doxa\\_1-2-5-.pdf](https://itq.edu.ec/wp-content/uploads/2024/01/2023-09-17_doxa_1-2-5-.pdf)
- Deloitte. (2024). *2024 Global Human Capital Trends*. Deloitte Insights. Obtenido de <https://www.deloitte.com/us/en/insights/topics/talent/human-capital-trends/2024.html?utm>

- Deloitte. (2025). *Smart sensors and supply chain innovation*. Obtenido de deloitte\_logo:  
[https://www.deloitte.com/us/en/services/consulting/articles/smart-sensors-and-supply-chain.html?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.deloitte.com/us/en/services/consulting/articles/smart-sensors-and-supply-chain.html?utm_source=chatgpt.com)
- DHL. (2023). *DHL*. Obtenido de <https://www.dhl.com/>: <https://www.dhl.com/co-es/home/innovation-in-logistics.html?locale=true>
- Dubey, R. (2020). Examining top management commitment to TQM diffusion using institutional and upper echelon theories. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107801>
- Durá, M., & Leal, F. (2023). Blockchain for Data Originality in Pharma Manufacturing. *Journal of Pharmaceutical Innovation*. doi:<https://link.springer.com/article/10.1007/s12247-023-09748-z>
- Editorial. (2017). El uso de etiquetas RFID en Wal-Mart reduce su rotura de stocks en un 16%. *BI-Spain*. Obtenido de [https://www.bi-spain.com/articulo/el-uso-de-etiquetas-rfid-en-wal-mart-reduce-su-rotura-de-stocks-en-un-16/?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.bi-spain.com/articulo/el-uso-de-etiquetas-rfid-en-wal-mart-reduce-su-rotura-de-stocks-en-un-16/?utm_source=chatgpt.com)
- Elbouzidi, A. D., & Frédéric, R. (2025). Leveraging digital twins for enhanced sustainable warehouse management. *Sciencedirect*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.clsen.2025.100287>
- ERP, E. (2023). *Casos de éxito ERP en Colombia*. Obtenido de <https://espacioerp.com/casos-exito-erp-colombia/?utm>
- European Commission. (2025). An international digital strategy for the European Union. *Publications Office of the European Union*. doi:10.2759/4019528
- Fernandez-Carames, T. M., & Blanco-Novoa, O. (2024). Towards an autonomous industry 4.0 warehouse: A UAV and blockchain-based system for inventory and traceability

applications in big data-driven supply chain management. *Cornell University*.

doi:<https://doi.org/10.3390/s19102394>

Figueroa, E. (2024). Propuesta para mejorar el control de inventarios de equipos de protección personal en una empresa constructora del Perú. *CULCYT*.

doi:<https://doi.org/10.20983/culcyt.2024.2.2.3>

Fildes, R., & Goodwin, P. (2009). Effective forecasting and judgmental adjustments: an empirical evaluation and strategies for improvement in supply-chain planning.

doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2008.11.010>

Forum, W. E. (2024). How digitalization can drive sustainable supply chains. Obtenido de <https://www.weforum.org/stories/2024/09/digitalization-sustainable-supply-chains-least-developed-countries>

FPT Software. (2024). *AI x RPA for Automated Inventory Management: Improve Demand Forecasting for Pharmaceutical Products by 23%*. Obtenido de

<https://fptsoftware.com/resource-center/case-studies/aixrpa-for-automated-inventory-management-improve-demand-forecasting-for-pharmaceutical-products-by-23?>

Freire, G., & Reyes, G. (2024). Transformación digital en la logística: un análisis bibliográfico de la influencia de las tecnologías de la información en la industria 4.0 y el desarrollo web. *Revista Imaginario Social*. doi:10.59155/is.v7i1.154

Gallino, S. (2014). Integration of online and offline channels in retail: The impact of sharing reliable inventory availability information. *Management Science*.

doi:10.1287/mnsc.2014.2048

Gandomi, A., & Haider, M. (2015). Beyond the hype: Big data concepts, methods, and analytics.

doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2014.10.007>

Global Enabling Sustainability Initiative (GeSI), y Deloitte. (2019). *Digital with Purpose:*

*Delivering a SMARTer2030*. Obtenido de <https://www.gesi.org/public-resources/digital-with-purpose-report-delivering-a-smarter-2030/?utm>

Gómez, J. &. (2021). Tecnologías de trazabilidad y control de inventarios en la industria

alimentaria colombiana. *Revista Logística y Producción*. Obtenido de

<https://www.bing.com/search?q=G%C3%B3mez%2C+J.%2C+%26+Mart%C3%ADnez%2C+A.+%282021%29.+Tecnolog%C3%ADas+de+trazabilidad+y+control+de+inventarios+en+la+industria+alimentaria+colombiana.+Revista+Log%C3%ADstica+y+Producci%C3%B3n%2C+18%281%29%2C+67%E2%80%939381.&cvid=ab>

Grützner, L., Breitner, M., & Voss, D. (2025). Mature inventory management for supply chain automation: An interlinked process-reference model. *Springer Nature Link*.

doi:<https://doi.org/10.1007/s12525-025-00783-x>

GS1. (2023). <https://support.gs1.org/>. Obtenido de GS1 Historical Timeline:

<https://support.gs1.org/support/solutions/articles/43000734073-gs1-historical-timeline>

Gu, J. G. (2010). Research on warehouse design and performance evaluation: A comprehensive review. *European Journal of Operational Research*.

doi:<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2009.07.009>

Guo, D., & Mantravadi, S. (2024). The role of digital twins in lean supply chain management: review and research directions. *International Journal of Production Research*.

doi:[10.1080/00207543.2024.2372655](https://doi.org/10.1080/00207543.2024.2372655)

- Halsimplify. (2024). *Evolution of Manufacturing Operations: How ERP Revolutionized the Industry*. Obtenido de HAL: <https://www.halsimplify.com/knowledge-center/erp-history-implementation-manufacturing-operations>
- Hayes, A. (2025). *Manufacturing Resource Planning (MRP II): Definition and Examples*. Obtenido de Investopedia: <https://www.investopedia.com/terms/m/manufacturing-resource-planning.asp>
- Hazen, B. T. (2014). Data quality for data science, predictive analytics, and big data in supply chain management: An introduction to the problem and suggestions for research and applications. *ELSEVIER*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.04.018>
- Heizer, J. R. (2023). *Operations management: Sustainability and supply chain management (14th ed.)*. Pearson Education. Obtenido de <https://benelux.pearson.com/products/mylab-operations-management-for-heizer-operations-management-sustainability-and-supply-chain-management-14th-global-edition>
- Hernández Palma, H., Ariza, C., & Mendoza Casseres, D. (2021). Análisis del impacto de las TIC en los procesos logísticos en empresas salud de la región caribe colombiana. *Conocimiento Global*. doi:<https://doi.org/10.70165/cglobal.v6iS2.209>
- Hugo Gaspar Hernández Palma, C. P. (25 de Noviembre de 2021). Análisis del impacto de las TIC en los procesos logísticos en empresas salud de la región Caribe colombiana. *Revista Conocimiento global ISSN: 2665-5837 (En Linea)*. doi:<https://doi.org/10.70165/cglobal.v6iS2.209>

- Inditex S.A. (2022). *Annual report 2022*. Arteixo, España: Inditex S.A. Obtenido de [https://static.inditex.com/annual\\_report\\_2022/pdf/Inditex-group-annual-report-2022.pdf?utm](https://static.inditex.com/annual_report_2022/pdf/Inditex-group-annual-report-2022.pdf?utm)
- Infor. (2020). *Infor LatAm*. Obtenido de Infor: [https://www.infor.com/latam/news/2020/07/20/ransa-implemented-infor-cloudsuite-wms-to-optimize-the-management-of-its-warehouses?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.infor.com/latam/news/2020/07/20/ransa-implemented-infor-cloudsuite-wms-to-optimize-the-management-of-its-warehouses?utm_source=chatgpt.com)
- Interoperable Europe. (2025). *Rolling Plan for ICT standardisation*. European Commission. Obtenido de [https://interoperable-europe.ec.europa.eu/collection/rolling-plan-ict-standardisation/circular-economy-and-sustainability-rp-2025?utm\\_source=chatgpt.com](https://interoperable-europe.ec.europa.eu/collection/rolling-plan-ict-standardisation/circular-economy-and-sustainability-rp-2025?utm_source=chatgpt.com)
- ISO. (2015). *ISO 9001*. Obtenido de <http://iso.org/standard/62085.html>
- Issah, O. (2025). Inventory Management Techniques and Supply Chain Efficiency: the Moderating Effect of Technology Readiness. *Journal of Business and Strategic Management*. doi:<https://doi.org/10.47941/jbsm.2514>
- Jones, E. C., & A. Chung, C. (2008). *RFID in LOGISTICS A Practical Introduction*. Obtenido de [https://eprints.ulbi.ac.id/1782/1/epdf.pub\\_rfid-in-logistics-a-practical-introduction.pdf](https://eprints.ulbi.ac.id/1782/1/epdf.pub_rfid-in-logistics-a-practical-introduction.pdf)
- Kache, F., & Seuring, S. (2017). Challenges and opportunities of digital information at the intersection of Big Data Analytics and supply chain management. *International Journal of Operations & Production Management*. doi:<https://doi.org/10.1108/IJOPM-02-2015-0078>
- Khin, S., & Ho, T. (2019). Digital technology, digital capability and organizational performance: A mediating role of digital innovation. doi:<https://doi.org/10.1108/IJIS-08-2018-0083>

- KPMG. (2024). *Supply chain trends 2024: The digital shake-up*. Obtenido de <https://kpmg.com/https://kpmg.com/us/en/articles/2024/supply-chain-trends-2024.html?>
- Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2020). *Management Information Systems Managing the Digital Firm 16th edition*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/642024481/Management-information-systems-managing-the-digital-firm-Kenneth-C-Laudon-Jane-Price-Laudon-Espanol-45-55>
- Lavelle, J., & Ruane, B. (2025). *Gartner Identifies Top Supply Chain Technology Trends for 2025*. STAMFORD, Conn. Gartner. Obtenido de [https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2025-03-18-gartner-identifies-top-supply-chain-technology-trends-for-2025?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2025-03-18-gartner-identifies-top-supply-chain-technology-trends-for-2025?utm_source=chatgpt.com)
- Lavelle, J., & Ruane, B. (2025). *Gartner Survey Shows Only 29% of Supply Chain Organizations Have Built Necessary Capabilities to Deliver on Future Performance*. STAMFORD, Conn. Gartner. Obtenido de <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2025-02-18-gartner-survey-shows-only-29-percent-of-supply-chain-organizations-have-built-necessary-capabilities-to-deliver-on-future-performance>
- Lee, Y. M., Cheng, F., & Tat Leung, Y. (2009). *A quantitative view on how RFID can improve inventory management in a supply chain*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/240241041\\_A\\_quantitative\\_view\\_on\\_how\\_RFID\\_can\\_improve\\_inventory\\_management\\_in\\_a\\_supply\\_chain](https://www.researchgate.net/publication/240241041_A_quantitative_view_on_how_RFID_can_improve_inventory_management_in_a_supply_chain)
- Lim, K., Chen, S., & Goh, J. (2023). *Leveraging information technology for effective inventory management in Singapore's supply chain industry*.  
doi:<https://doi.org/10.21622/ib1.2023.03.2.029>

logística 360. (2024). *Logística 360 Chile*. Obtenido de Logística 360 Chile:

[https://logistica360chile.cl/grupo-falabella-profundizara-estrategia-omnicanal-en-2024-y-se-enfocara-en-mejorar-su-rentabilidad/?utm\\_](https://logistica360chile.cl/grupo-falabella-profundizara-estrategia-omnicanal-en-2024-y-se-enfocara-en-mejorar-su-rentabilidad/?utm_)

Logística, Z. (2013). Obtenido de <https://www.zonalogistica.com/implementacion-de-tecnologia-rfid-en-grupo-exito/?utm>

Logistics Viewpoints. (2024). The impact of 5G on the logistics industry: Advancing

connectivity and efficiency. Logistics Viewpoints. Obtenido de

<https://logisticsviewpoints.com/2024/09/11/unlocking-the-future-of-logistics-5g-and-connected-vehicles>

M, B.-D., E., H., & Z, B. (2019). Internet of things and supply chain management: A literature review. *International Journal of Production Research*.

doi:<https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1402140>

M. A, W., & S. E., F. (2013). Data Science, Predictive Analytics, and Big Data: A Revolution

That Will Transform Supply Chain Design and Management. *Journal Of Business*

*Logistics*. doi:<https://doi.org/10.1111/jbl.12010>

McFarlane, D., & Sheffi, Y. (2003). The International Journal of Logistics Management.

*Emerald Insight*. doi:<https://doi.org/10.1108/09574090310806503>

McKinsey & Company. (2024a). Complexity, COVID-19, and competition have upended supply

chain organizations. They can reignite revenue growth and deepen resilience by

deploying AI-powered digital twins. Obtenido de

<https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/digital-twins-the-key-to-unlocking-end-to-end-supply-chain-growth#/>

- McKinsey & Company. (2024b). THE INTERNET OF THINGS: MAPPING THE VALUE BEYOND THE HYPE. *McKinsey Global Institute*. Obtenido de <https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/industries/technology%20media%20and%20telecommunications/high%20tech/our%20insights/the%20internet%20of%20things%20the%20value%20of%20digitizing%20the%20physical%20world/the-internet-of-things-mapping-the-value-be>
- McKinsey & Company. (2024c). Supply Chain 4.0 – The next-generation digital supply chain. *McKinsey & Company*. Obtenido de <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/supply-chain-40--the-next-generation-digital-supply-chain#/>
- MercadoLibre, I. (2021). Obtenido de Annual report 2021: <https://investor.mercadolibre.com/news-and-events>
- meticulous Research. (2024). AI in Supply Chain Market. Obtenido de <https://www.meticulousresearch.com/product/ai-in-supply-chain-market-5064?>
- Mishra, D., Raut, R., Narkhede, B., & Gardas, B. (2024). Adoption of AI/ML in warehouse management: A systematic literature review. *roduction & Manufacturing Research*. doi:<https://doi.org/10.1080/21693277.2024.2297890>
- Mišić, V. V. (2019). Data Analytics in Operations Management: A Review. doi:<https://doi.org/10.1287/msom.2019.0805>
- Ngai, E., Moon, K., & Riggins, F. (2008). RFID research: An academic literature review (1995–2005) and future research directions. *International Journal of Production Economics*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2007.05.004>

OECD. (2023). *The digital transformation of SMEs*. OECD Publishing.

doi:<https://doi.org/10.1787/bdb9256a-en>

Oliva, R., & Watson, N. (2010). Cross-functional alignment in supply chain planning: A case study of sales and operations planning. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jom.2010.11.012>

Oracle. (Diciembre de 2025). *Studio F eleva la precisión de inventario al 97% con Oracle Cloud*. Obtenido de Oracle Latinoamérica Blog: <https://blogs.oracle.com/oracle-latinoamerica/studio-f-eleva-la-precision-de-inventario-al-97-con-oracle-cloud>

Oracle NetSuite. (2020). *The History of ERP*. Obtenido de Oracle / NetSuite:

<https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/erp/erp-history.shtml>

P., P., R, Y., & P., B. (2022). AI-Powered warehouse automation in retail supply chains:

Developing machine learning models for robotic process automation, inventory management, and order fulfillment. *Newark Journal of Human-Centric AI and Robotics Interaction*. Obtenido de <https://njhcair.org/index.php/publication/article/view/60>

Peña, E. M., & Solórzano González, J. F. (2018). *SUPPLY CHAIN MANAGEMEN*. UNAD.

Obtenido de

<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/18513/52335993.pdf?sequence=1&isAllow%20ed=y>

PLC Tesco. (2016). *Tesco PLC Annual*. Obtenido de

[https://www.tescopl.com/media/ytpeftjg/tesco\\_annual\\_report\\_2013.pdf](https://www.tescopl.com/media/ytpeftjg/tesco_annual_report_2013.pdf)

Porter, M. E. (1985). How information gives you competitive advantage. Obtenido de

<https://www.hbs.edu/faculty/Pages/item.aspx?num=4322>

pwc. (2025). Connected and autonomous. Obtenido de <https://www.pwc.com/gx/en/industrial-manufacturing/digital-supply-chain/supply-chain-2025.pdf?>

Queiroz, M., & Bonilla, S. (2020). Blockchain and supply chain management integration: a systematic review of the literature. *Supply Chain Management An International Journal*. doi:<https://doi.org/10.1108/SCM-03-2018-0143>

Rajora, N. (2023). Pharmaceutical Drug Traceability by Blockchain and IoT in Enterprise Systems. *Universal Journal of Pharmacy and Pharmacology*. doi:<https://doi.org/10.31586/ujpp.2023.749>

Razak, G., Hendry, L., & Stevenson, M. (2023). Supply chain traceability: A review of the benefits and its relationship with supply chain resilience. *Production Planning & Control*. doi:[10.1080/09537287.2021.1983661](https://doi.org/10.1080/09537287.2021.1983661)

Reuters. (2025). Obtenido de Automation firm Symbotic soars on \$200 mln deal to buy Walmart's robotics unit: <https://www.reuters.com/markets/deals/automation-firm-symbotic-signs-200-mln-deal-buy-walmarts-robotics-unit-2025-01-16/>

RFID Journal. (2005). *AMR Research: 2005 Another Transitional Year for RFID*. Obtenido de <https://www.rfidjournal.com/news/amr-research-2005-another-transitional-year-for-rfid/81464/>

Rizzi, A. (2023). RFID technology in Retail 4.0: state-of-the-art in the Fast-Moving Consumer Goods field. *Sage Journals Home*. doi:<https://doi.org/10.3233/RFT-221505>

Robotics, A. (2023). *Amazon anuncia nuevas soluciones robóticas, incluidas Proteus y Sequoia*. Amazon Robotics. Obtenido de

<https://www.aboutamazon.es/noticias/innovacion/amazon-anuncia-dos-nuevas-formas-de-utilizar-robots-para-ayudar-a-los-empleados-a-realizar-entregas-mas-rapidas?utm>

Romero Bustamante, C. J. (2023). Sistema de clasificación de inventarios basado en algoritmos de Machine Learning. *Universidad de Cuenca*. Obtenido de

<https://dspace.ucuenca.edu.ec/items/ecafeb41-17aa-4d98-8ed5-0dfa2a16827a>

Roth, E. (2024). <https://www.theverge.com/>. Obtenido de Ikea's stock-counting warehouse drones will fly alongside workers in the US:

<https://www.theverge.com/2024/8/16/24221688/ikea-drones-us-warehouse>

Roth, E. (2024). *The Verge*. Obtenido de Ikea's stock-counting warehouse drones will fly alongside workers in the US: <https://www.theverge.com/2024/8/16/24221688/ikea-drones-us-warehouse>

Salazar Soto, J., Castillo Pérez, S., Miñan Olivos, G., & Valderrama Puscan, M. (2023).

Implementación de la gestión de inventarios para la reducción de los costos en una.

*Décima Tercera Conferencia Iberoamericana de Complejidad, Informática y Cibernética (CICIC 2023)*. Obtenido de

<https://www.iiis.org/CDs2023/CD2023Spring/papers/CB132BP.pdf>

Sebastian, J., Riascos-Guerrero, J., Galván-Colonia, E., & Pincay-Lozada, J. (2024). Estrategias basadas en inteligencia artificial para la gestión de inventarios en la cadena de suministro.

*2024: Vol. 37. Edición especial. XI Congreso Internacional en Inteligencia Ambiental, Ingeniería de Software, Salud Electrónica y Móvil (AmITIC)*.

doi:<https://doi.org/10.18845/tm.v37i6.7271>

- Shoaib, M., Kim, D., & Suriyakumar, I. (2023). IoT-based supply chain management: A systematic literature review (2018–2022). *Journal of Industrial Information Integration*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jii.2023.100502>
- Stroumpoulis, A. (2024). Enhancing Sustainable Supply Chain Management through Digital Transformation: A Comparative Case Study Analysis. *MDPI*. doi:<https://doi.org/10.3390/su16166778>
- Sunaryo, W., & Sudarmi, E. (2024). Enhancing Inventory Accuracy and Operational Performance with ERP. *ResearchGate*. doi:10.61194/sijl.v2i2.622
- Symbotic. (2025). *Symbotic is the*. Obtenido de Symbotic: <https://www.symbotic.com/symbotic-system/impact/>
- Syspro. (2020). *The Past, Present and Future of ERP*. Obtenido de Syspro: <https://eu.syspro.com/blog/owning-or-running-erp/the-past-present-and-future-of-erp/>
- Tang, C. S., & Veelenturf, L. (2019). The strategic role of logistics in the industry 4.0 era. *ELSEVIER*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tre.2019.06.004>
- Tang, Y., Chau, K., Lau, Y.-y., & Zheng, Z. (2023). Data-Intensive Inventory Forecasting with Artificial Intelligence Models for Cross-Border E-Commerce Service Automation. doi:<https://doi.org/10.3390/app13053051>
- Times, F. (2025). *Amazon deploys 750,000 robots in its warehouses as AI reshapes logistics*. Obtenido de <https://www.ft.com/content/31ec6a78-97cf-47a2-b229-d63c44b81073>
- ToDo. (2025). *History of ERP systems: from MRP to flexible Odoo solutions*. Obtenido de <https://todo.ltd/>: <https://todo.ltd/en/blog/istoriia-erp-system-vid-mrp-do-hnuchkykh-rishen-odoo/>

- UPS. (2025). Obtenido de <https://about.ups.com/mx/en/newsroom/press-releases/customer-first/ups-completes-acquisition-of-bomi-group-multi-national-healthcar.html?utm>
- Verhoef, P. C. (2021). Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. *ELSEVIER*, 889-901. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.09.022>
- Vlachopoulou, M., & Manthou, V. (2001). Bar-code technology for inventory and marketing management systems: A model for its development and implementation. *ScienceDirect*. doi:[https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(00\)00115-8](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(00)00115-8)
- Waller, M., & Fawcett, S. (2013). Data Science, Predictive Analytics, and Big Data: A Revolution That Will Transform Supply Chain Design and Management. doi:<https://doi.org/10.1111/jbl.12010>
- Wamba, S. F. (2015). How 'big data' can make big impact: Findings from a systematic review and a longitudinal case study. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.12.031>
- Wantao Yu, C. Y. (2024). What are the right configurations of just-in-time and just-in-case when supply chain shocks increase? *International Journal of Production Economics*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2024.109352>
- Ward, D. M. (2004). *Quantitative Analysis of the Effect of Retail and Governmental Supply Chain Directives Supply Chain Directives on the RFID Marke*. Obtenido de <https://www.rfidjournal.com/wp-content/uploads/2019/07/27.pdf>
- Wasp Barcode Technologies. (2010). *Taking Stock of Your Inventory*. Obtenido de <https://media.waspbarcode.com/media/pdfs/products/barcode-software-pdfs/inventorycontrol-pdfs/inventory-white-paper.pdf>

Wolfram, G. (2004). *Metro Future Store*. Obtenido de <http://rfidjournal.com/expert-views/metro-future-store/84047/>

Wyld, D. C. (2025). *RFID: The Right Frequency for Government*. Obtenido de <https://businessofgovernment.org/sites/default/files/RFIDReport.pdf>