Aplicación de la inteligencia artificial en procesos logísticos.

Monografía Teórica

Elsy Yadira Lizarazo Jiménez

1.216.966.335

Daniel Andrés Mejía Jiménez

1.193.224.330

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER

Facultad de Ciencias Socioeconómicas y Empresariales

Tecnología en Gestión Empresarial

Bucaramanga, 12 septiembre del 2026.

Aplicación de la inteligencia artificial en procesos logísticos.

Monografía Teórica

Elsy Yadira Lizarazo Jiménez

1.216.966.335

Daniel Andrés Mejía Jiménez

1.193.224.330

Trabajo de Grado para optar al título de

TECNOLOGÍA EN GESTION EMPRESARIAL

DIRECTOR

OLGA LUCIA GALVIS PINZON

GICED

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER

Facultad de Ciencias Socioeconómicas y Empresariales

Tecnología en Gestión Empresarial

Bucaramanga, 12 septiembre del 2026.

Nota de Aceptación

Este informe final de trabajo de grado, en modalidad Monografía Teórica, fue APROBADO en cumplimiento de uno de los requisitos exigidos por las Unidades Tecnológicas de Santander para optar el Título de Tecnología en Gestión Empresarial, según acta No. Acta 29 del 3 de noviembre del 2026 del Comité de Trabajo de Grado



_____

Sigifredo Reyes Rodríguez

Firma del Evaluador



_____

Firma del Director

DEDICATORIA

A Dios, por darme la fortaleza, la sabiduría y el entendimiento para seguir adelante; a mi madre, por apoyarme en los momentos más difíciles; a mis padrinos, por acompañarme en este camino de aprendizaje; a mi abuela, por acompañarme en este duro, pero bonito camino llamado vida; y a mis demás familiares, por su apoyo y compañía.

A nuestro Padre Celestial, por darme las fuerzas necesarias y ayudarme a cumplir esta meta en medio de las dificultades que implica estudiar y trabajar; a mis padres, por ser mi apoyo constante; a mis hermanos, que son mi inspiración para seguir adelante; a mi abuela, por ser mi segunda madre y una motivación para no rendirme; y a mis demás familiares, por confiar en mí.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a Dios, por permitirnos alcanzar esta meta; a la universidad y al cuerpo docente, por brindarnos sus conocimientos y enseñanzas; al rector y, en especial, a la directora del proyecto, por acompañarnos, corregirnos y orientarnos en nuestras ideas para sacar adelante nuestro proyecto y culminar esta etapa, logrando así alcanzar este anhelado objetivo.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO **11**

INTRODUCCIÓN **13**

1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN **17**

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA **17**

JUSTIFICACIÓN **18**

OBJETIVOS **19**

OBJETIVO GENERAL 19

OBJETIVOS ESPECÍFICOS 19

ESTADO DEL ARTE **20**

MARCO REFERENCIAL **22**

MARCO TEÓRICO **22**

LOGÍSTICA Y CADENA DE SUMINISTRO 22

DISTRIBUCIÓN DE MERCANCÍAS Y TRANSPORTE DE CARGA 23

EFICIENCIA LOGÍSTICA Y COSTOS DE DISTRIBUCIÓN 24

INTELIGENCIA ARTIFICIAL APLICADA A LA LOGÍSTICA 25

ANALÍTICA DE DATOS Y TOMA DE DECISIONES EN PROCESOS LOGÍSTICOS 26

MARCO CONCEPTUAL **27**

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN **29**

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN **29**

TIPO Y ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN **30**

MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN **31**

TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN **31**

3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA **33**

CORRESPONDENCIA METODOLÓGICA DE LA INVESTIGACIÓN 33

4. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO 36

4.1. RETOS ASOCIADOS A LA DISTRIBUCIÓN DE MERCANCÍAS EN EL CONTEXTO LOGÍSTICO 36

4.1.1. CARACTERIZACIÓN DE LAS FUENTES REVISADAS 36

4.1.2. IDENTIFICACIÓN DE LOS PRINCIPALES RETOS 37

4.2.1 DIFERENCIA ENTRE MECANISMO DE IA Y HERRAMIENTA TECNOLÓGICA 45

4.2.2 APRENDIZAJE AUTOMÁTICO 45

4.2.3 APRENDIZAJE PROFUNDO Y REDES NEURONALES 46

4.2.4 APRENDIZAJE POR REFUERZO 48

4.2.5 OPTIMIZACIÓN INTELIGENTE Y ALGORITMOS DE BÚSQUEDA 49

4.2.6 PROCESAMIENTO DEL LENGUAJE NATURAL E INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA 51

4.2.7 VISIÓN ARTIFICIAL Y MECANISMOS DE PERCEPCIÓN 53

4.2.8 RELACIÓN ENTRE MECANISMOS DE IA Y PROCESOS DE DISTRIBUCIÓN 55

4.2.9 CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PROCESO LOGÍSTICO 56

4.3. APORTES DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA OPTIMIZACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE MERCANCÍAS 60

4.4. BENEFICIOS Y LIMITACIONES DEL USO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA DISTRIBUCIÓN LOGÍSTICA 72

RESULTADOS 83

5.1 RESULTADOS DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 1: RETOS ASOCIADOS CON LA DISTRIBUCIÓN DE MERCANCÍAS 83

5.2 RESULTADOS DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 2: MECANISMOS Y HERRAMIENTAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL 86

5.3. RESULTADOS DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 3: APORTES DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

A LA DISTRIBUCIÓN 88

5.4 RESULTADOS DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 4: BENEFICIOS Y LIMITACIONES DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL 90

5.5 INTEGRACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS 92

CONCLUSIONES 95

RECOMENDACIONES 99

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 100

ANEXOS 104

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Selección de fuentes del Anexo 1. 37
Ilustración 2. Gestión de operaciones logísticas. 38
Ilustración 3. Principales mecanismos de inteligencia artificial en los procesos de distribución 44
Ilustración 4. Fuentes de datos para la optimización logística. 47
Ilustración 5. Sistemas de optimización logística. 49
Ilustración 6. Selección de algoritmos de optimización aplicables a problemas logísticos. 50
Ilustración 7. Aplicaciones de la inteligencia artificial en logística. 52
Ilustración 8. Aplicaciones de IA en operaciones de distribución. 54
Ilustración 9 Mecanismos de inteligencia artificial aplicados a la distribución. 55
Ilustración 10. Mecanismos de inteligencia artificial aplicables a la distribución 67
Ilustración 11. Relación entre retos, aplicaciones de inteligencia artificial y aportes a la distribución 69
Ilustración 12. Categorías de análisis de los aportes de la inteligencia artificial 71
Ilustración 13. Categorías de análisis de los aportes de la inteligencia artificial 80
Ilustración 14. Frecuencia de los retos logísticos identificados en la revisión documental 85

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Correspondencia metodológica de la investigación..... 35
Tabla 2. Aplicaciones de IA identificadas en el proceso logístico..... 57
Tabla 3. Herramientas tecnológicas aplicables a la distribución..... 59
Tabla 4. Frecuencia de los retos logísticos identificados en la revisión documental. 84
Tabla 5. Mecanismos de inteligencia artificial identificados..... 88
Tabla 6., Principales aportes de la inteligencia artificial identificados..... 89
Tabla 7. Beneficios y limitaciones identificados..... 91
Tabla 8. Integración de los resultados de la monografía..... 93

RESUMEN EJECUTIVO

La presente monografía tuvo como objetivo analizar los mecanismos de inteligencia artificial aplicados a los procesos de distribución de mercancías, con el propósito de identificar sus aportes en la optimización de la eficiencia logística. Para ello, se describieron los principales retos asociados con la distribución, se identificaron los mecanismos y herramientas de inteligencia artificial utilizados en estos procesos, se analizaron sus aportes en aspectos como tiempos de entrega, costos y toma de decisiones, y se establecieron sus principales beneficios y limitaciones.

El trabajo se desarrolló mediante un enfoque cualitativo, de tipo documental y descriptivo, utilizando la revisión bibliográfica como técnica principal. La información recopilada se organizó y analizó mediante una matriz de revisión documental, que permitió clasificar las fuentes de acuerdo con los retos de la distribución, los mecanismos de inteligencia artificial y sus principales aportes.

Los resultados permitieron identificar siete retos principales en la distribución: planeación y optimización de rutas, costos de transporte y distribución, gestión de inventarios y demanda, cumplimiento de tiempos de entrega, trazabilidad y visibilidad, coordinación e intercambio de información, e incertidumbre y capacidad de respuesta. Asimismo, se identificaron mecanismos como aprendizaje automático, aprendizaje profundo, aprendizaje por refuerzo, optimización, procesamiento del lenguaje natural, inteligencia artificial generativa y visión artificial.

Estos mecanismos presentan aportes relacionados con la planificación, predicción, utilización de recursos y apoyo a la toma de decisiones.
Se concluye que la inteligencia artificial puede contribuir al mejoramiento de los procesos de distribución; sin embargo, sus resultados dependen de factores como

la calidad de los datos, la integración tecnológica, las capacidades del personal y las condiciones particulares de cada organización. Por tanto, su utilización debe considerarse como un apoyo a la gestión logística y a la toma de decisiones.

PALABRAS CLAVE. **Inteligencia artificial; logística; distribución; cadena de suministro; eficiencia logística.**

INTRODUCCIÓN

La distribución de mercancías constituye una actividad fundamental dentro de la gestión logística, debido a que comprende las decisiones y operaciones necesarias para trasladar los productos desde los puntos de origen hasta los lugares donde son requeridos. Su desempeño depende de diferentes elementos, entre ellos el transporte, los inventarios, la información y las instalaciones, los cuales deben coordinarse para responder de manera adecuada a las necesidades de los clientes (Chopra, 2019). Cuando esta coordinación presenta dificultades, pueden generarse mayores costos de operación, retrasos en las entregas y un uso poco eficiente de los recursos disponibles.

En Colombia, la logística ha sido reconocida como un factor importante para la competitividad empresarial y del país. El Documento CONPES 3982 establece la necesidad de mejorar la infraestructura y los servicios logísticos, fortalecer la intermodalidad y promover un mayor aprovechamiento de la información en las cadenas de suministro (Departamento Nacional de Planeación (DNP), 2020).

Estos aspectos tienen una relación directa con la distribución de mercancías, debido a que las condiciones del transporte, la infraestructura y la disponibilidad de información influyen en la capacidad de las organizaciones para planificar y ejecutar sus operaciones.

Además de estos retos, los cambios tecnológicos han generado nuevas alternativas para apoyar la gestión logística. El uso de grandes cantidades de datos permite analizar el comportamiento de las operaciones, anticipar situaciones y mejorar los procesos de toma de decisiones (Wang, 2016). En este escenario, la inteligencia artificial ha tomado mayor importancia debido a que reúne diferentes técnicas que

pueden ser utilizadas para analizar información, reconocer patrones y apoyar la solución de problemas relacionados con la cadena de suministro.

La relación entre inteligencia artificial y logística no es reciente. (Min, 2010) identificó aplicaciones de estas tecnologías en diferentes actividades de la cadena de suministro, incluyendo transporte, inventarios y distribución. Con el paso de los años, el desarrollo de nuevas capacidades de procesamiento y análisis de datos ha ampliado las posibilidades de aplicación de la IA. En el contexto colombiano, también se han identificado oportunidades para utilizar este tipo de tecnologías como apoyo a la transformación digital de las cadenas de suministro y al mejoramiento de la gestión de la información (Arango Palacio, 2021).

En los procesos de distribución, las herramientas asociadas con inteligencia artificial pueden relacionarse con actividades como la planificación y optimización de rutas, la predicción de la demanda, la asignación de recursos, el seguimiento de las operaciones y el apoyo a la toma de decisiones. Por esta razón, su análisis resulta pertinente frente a problemas relacionados con los tiempos de entrega, los costos de transporte y la necesidad de utilizar de mejor manera la información disponible. El avance presentado para este trabajo también reconoce el aprendizaje automático, la analítica de datos y los algoritmos de optimización como algunas de las herramientas que pueden aportar a diferentes procesos logísticos.

A partir de este contexto, la presente monografía tiene como objetivo analizar los mecanismos de inteligencia artificial aplicados a los procesos de distribución de la mercancía, a partir de la revisión de literatura y herramientas tecnológicas, con el fin de identificar sus aportes en la optimización de la eficiencia logística. Este propósito se desarrolla mediante la identificación de los principales retos asociados con la distribución, la revisión de los mecanismos y herramientas de inteligencia

artificial relacionados con estos procesos y el análisis de sus aportes en aspectos como tiempos de entrega, costos y toma de decisiones. Finalmente, se busca establecer una síntesis de los beneficios y limitaciones encontrados en la literatura. Estos elementos corresponden a los objetivos definidos previamente para el trabajo.

Es importante precisar que la revisión de herramientas tecnológicas realizada en esta monografía no contempla su desarrollo, implementación o prueba directa en una empresa. Las herramientas se abordan como objeto de estudio documental, es decir, se revisan investigaciones, artículos, documentos técnicos y experiencias previamente publicadas con el propósito de reconocer cuáles se han utilizado en procesos de distribución, qué funciones cumplen y qué resultados se han reportado. Esta delimitación es coherente con la modalidad de monografía teórica definida desde la propuesta del trabajo de grado.

Para desarrollar el estudio se adopta un enfoque cualitativo de tipo documental y descriptivo**.** La información se recopila mediante la revisión de artículos científicos, libros especializados, informes institucionales y documentos relacionados con la logística, la distribución de mercancías y las aplicaciones de inteligencia artificial. Las fuentes seleccionadas se organizan mediante una matriz de revisión documental que permite clasificar la información de acuerdo con los objetivos del trabajo, identificar las herramientas tecnológicas encontradas y posteriormente analizar sus principales aportes, beneficios y limitaciones. El procedimiento utilizado para la selección, organización y análisis de las fuentes se explica con mayor detalle en el capítulo correspondiente al diseño metodológico.

De esta manera, el aporte de la monografía consiste en reunir y organizar información que actualmente se encuentra distribuida en diferentes fuentes sobre inteligencia artificial y gestión logística, orientándola específicamente hacia los

procesos de distribución de mercancías. Con ello se pretende presentar una visión comprensible de las posibilidades que ofrecen estas tecnologías para apoyar la eficiencia logística, pero también reconocer las condiciones y limitaciones que deben ser consideradas antes de plantear su utilización en una organización.

1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el contexto logístico de Santander y del país, la distribución de la mercancía presenta retos asociados a la eficiencia del transporte, los costos logísticos y los tiempos de entrega, lo cual afecta la competitividad. (Departamento Nacional de Planeación (DNP), 2020)

Adicionalmente, se han identificado dificultades en la planificación de la distribución y en el uso de herramientas tecnológicas para la toma de decisiones logísticas, lo que limita el aprovechamiento de datos en tiempo real. (Ministerio de Transporte, Encuesta Nacional Logística. Observatorio Nacional , 2022)

Estas condiciones impactan directamente la eficiencia en la distribución de la mercancía, generando variabilidad en los tiempos de entrega y uso ineficiente de los recursos de transporte, especialmente en contextos regionales. (Consejo Privado de Competitividad & Universidad del Rosario, 2023)

En este sentido, la inteligencia artificial ha sido planteada en la literatura como una herramienta que puede contribuir a la optimización de procesos logísticos mediante el análisis de datos y la mejora en la toma de decisiones. (Ministerio de Transporte, Diagnóstico del sector transporte en Colombia., 2023)

Por lo tanto, se hace necesario analizar los mecanismos de inteligencia artificial aplicados a la distribución de la mercancía, con el fin de comprender su aporte en la mejora de los procesos logísticos.

JUSTIFICACIÓN

La presente monografía se desarrolla con el propósito de analizar los procesos de distribución de la mercancía dentro del contexto logístico, teniendo en cuenta que este es un componente clave en la cadena de suministro, ya que influye directamente en los tiempos de entrega, los costos operativos y la eficiencia del transporte.

En Colombia, diferentes informes han evidenciado que existen retos en el desempeño logístico, especialmente en aspectos relacionados con los costos de transporte, la planificación de las entregas y el uso de herramientas tecnológicas para la toma de decisiones, lo cual impacta la competitividad del país (Departamento Nacional de Planeación (DNP), 2020)

En el contexto regional, estos desafíos también se relacionan con factores como la infraestructura, la localización geográfica y la eficiencia en la operación del transporte, los cuales inciden directamente en la distribución de la mercancía (Consejo Privado de Competitividad & Universidad del Rosario, 2023)

Frente a esta situación, la inteligencia artificial ha sido identificada en la literatura como una herramienta que puede contribuir a la optimización de los procesos logísticos, mediante el análisis de datos, la automatización y la mejora en la toma de decisiones. (World Bank, 2023)

Por lo tanto, esta monografía resulta pertinente, ya que busca analizar los diferentes mecanismos de inteligencia artificial aplicados a la distribución de la mercancía, a partir de la revisión de información teórica y estudios previos, con el fin de identificar sus aportes en la mejora de la eficiencia logística.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Analizar los mecanismos de inteligencia artificial aplicados a los procesos de distribución de la mercancía, a partir de la revisión de literatura y herramientas tecnológicas, con el fin de identificar sus aportes en la optimización de la eficiencia logística.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Describir los principales retos asociados a la distribución de la mercancía en el contexto logístico, a partir de la revisión de estudios e informes del sector.

Identificar los principales mecanismos y herramientas de inteligencia artificial aplicados a los procesos de distribución, mediante revisión bibliográfica.

Analizar los aportes de la inteligencia artificial en la optimización de la distribución de la mercancía, especialmente en aspectos como tiempos de entrega, costos y toma de decisiones.

Establecer una síntesis de los beneficios y limitaciones del uso de la inteligencia artificial en la distribución logística, con base en la información revisada.

ESTADO DEL ARTE

La logística es un proceso importante porque permite organizar el movimiento de mercancías desde el proveedor hasta el cliente final. En Colombia, este tema se ha trabajado principalmente desde la necesidad de reducir costos, mejorar los tiempos de entrega y usar mejor la información para tomar decisiones. En este sentido, el Documento CONPES 3982 plantea que el país debe fortalecer la infraestructura logística, mejorar el transporte y avanzar en el uso de información dentro de la cadena de suministro (Departamento Nacional de Planeación (DNP), 2020).

La Encuesta Nacional Logística también muestra que el costo logístico sigue siendo un aspecto clave para medir el desempeño de las operaciones en el país (Ministerio de Transporte, Encuesta Nacional Logística 2020, 2021)

Esto permite entender que la logística no solo depende del transporte, sino también de la planeación, la información disponible y la coordinación entre los diferentes actores.

En el caso regional, el Índice Departamental de Competitividad analiza factores como infraestructura, innovación y entorno empresarial, los cuales influyen en la competitividad de departamentos como Santander (Consejo Privado de Competitividad & Universidad del Rosario, 2023). Por eso, la distribución de mercancías puede verse afectada por las condiciones del territorio, la conectividad y la capacidad de usar información para organizar mejor los procesos logísticos.

A partir de estos retos, varios autores han estudiado cómo la inteligencia artificial puede apoyar la logística. (Min, 2010) explica que la inteligencia artificial puede ayudar a resolver problemas de la cadena de suministro y mejorar la toma de decisiones. Esto es importante para una monografía teórica, porque permite analizar la IA como un conjunto de herramientas que pueden aportar a diferentes procesos logísticos.

Entre las aplicaciones más estudiadas están el aprendizaje automático, la analítica de datos y los algoritmos de optimización. (Wang, 2016) señalan que el análisis de grandes cantidades de datos permite revisar lo que ha pasado, anticipar posibles situaciones y apoyar mejores decisiones en logística.

En la distribución de mercancías, estas herramientas pueden relacionarse con la planificación de rutas, la asignación de recursos, la reducción de tiempos y el control de costos. (Chopra, 2019) plantea que el desempeño de la cadena de suministro depende de elementos como transporte, información, inventarios e instalaciones, por lo que el uso adecuado de datos puede ayudar a coordinar mejor estos procesos.

De igual forma, (Soto Escobedo et al., 2024) señala que tecnologías como la inteligencia artificial, el internet de las cosas y el análisis de datos se están usando cada vez más para mejorar la visibilidad de las operaciones, optimizar rutas y apoyar la predicción de la demanda.

En conclusión, la revisión realizada muestra que la logística en Colombia todavía tiene retos en costos, transporte, infraestructura y uso de información. Al mismo tiempo, la literatura sobre inteligencia artificial evidencia que existen herramientas que pueden apoyar la distribución de mercancías mediante análisis de datos, optimización y toma de decisiones. Por esta razón, una monografía teórica sobre inteligencia artificial aplicada a procesos logísticos resulta pertinente, ya que permite estudiar sus mecanismos, beneficios y limitaciones sin necesidad de aplicarlos directamente en una empresa.

MARCO REFERENCIAL

El marco referencial reúne los elementos necesarios para comprender la relación entre la inteligencia artificial y los procesos de distribución de mercancías. Para el desarrollo de esta monografía se consideran el marco teórico y el marco conceptual, debido a que estos permiten abordar los fundamentos de la gestión logística, las características de la distribución, las principales tecnologías relacionadas con inteligencia artificial y algunas disposiciones que deben considerarse para el manejo de información y el uso de tecnologías en Colombia.

MARCO TEÓRICO

Logística y cadena de suministro

La logística comprende las actividades necesarias para planear, coordinar y controlar el movimiento de productos e información a través de la cadena de suministro. Dentro de este proceso se encuentran actividades como el transporte, almacenamiento, gestión de inventarios, distribución y manejo de información, las cuales deben funcionar de manera coordinada para responder a las necesidades de los clientes. En Colombia, la logística también se reconoce como un factor relacionado con la productividad y competitividad del país. El Documento CONPES 3982 establece la necesidad de fortalecer la infraestructura y los servicios logísticos, promover la intermodalidad y mejorar la disponibilidad y calidad de la información utilizada para tomar decisiones dentro de las cadenas de suministro (Departamento Nacional de Planeación (DNP), 2020) Esto permite entender que el desempeño logístico no depende únicamente del movimiento físico de las mercancías, sino también de la capacidad para planear las operaciones y utilizar adecuadamente la información disponible.

En los últimos años, la gestión de la cadena de suministro también ha experimentado cambios relacionados con la incorporación de nuevas tecnologías. (Toorajipour et al., 2021), mediante una revisión sistemática de la literatura, identificaron diferentes aplicaciones de inteligencia artificial en áreas como logística, producción y gestión de la cadena de suministro. Estos avances han permitido ampliar las posibilidades para procesar información y apoyar decisiones que anteriormente dependían principalmente de métodos tradicionales de análisis.

Distribución de mercancías y transporte de carga

La distribución de mercancías corresponde al conjunto de actividades mediante las cuales los productos son trasladados desde los puntos donde se encuentran disponibles hasta los lugares donde son requeridos. Para desarrollar este proceso es necesario tomar decisiones relacionadas con las rutas, los medios de transporte, las cantidades que deben movilizarse, los horarios de despacho, la capacidad de los vehículos y los tiempos de entrega.

El transporte representa uno de los principales componentes de la distribución, pero su funcionamiento se encuentra relacionado con otras actividades como el almacenamiento, la gestión de inventarios y el manejo de información. Por esta razón, las decisiones sobre distribución deben considerar diferentes variables al mismo tiempo, especialmente cuando existen múltiples clientes, restricciones de capacidad o condiciones que pueden modificar los recorridos inicialmente programados.

Esta situación ha favorecido el desarrollo de herramientas orientadas a mejorar la planificación de las operaciones. (Daios et al., 2025) identifican el transporte y las redes de distribución entre los procesos de la cadena de suministro en los que actualmente se presentan aplicaciones de inteligencia artificial. Los autores señalan

además que tecnologías como el aprendizaje automático se han incorporado a diferentes actividades logísticas y pueden apoyar el análisis de información para la toma de decisiones.

De esta manera, la distribución constituye un campo de interés para esta monografía debido a la cantidad de decisiones que deben tomarse durante su planificación y ejecución. La selección de rutas, la asignación de vehículos, la programación de entregas y el seguimiento de las operaciones generan información que puede ser utilizada mediante diferentes mecanismos tecnológicos para apoyar la gestión logística.

Eficiencia logística y costos de distribución

La eficiencia logística está relacionada con la capacidad de desarrollar las operaciones utilizando adecuadamente los recursos disponibles y cumpliendo las condiciones de servicio establecidas. En la distribución de mercancías puede observarse mediante aspectos como los tiempos de entrega, la utilización de los vehículos, los recorridos realizados, la disponibilidad de productos y los costos asociados al transporte y almacenamiento.

Los costos constituyen un elemento importante dentro de estas decisiones, debido a que las actividades logísticas se encuentran relacionadas entre sí. Una modificación en las rutas, en los niveles de inventario o en la programación de entregas puede producir cambios en otros componentes de la operación. Por esta razón, las decisiones deben analizarse de manera conjunta y no únicamente desde el costo individual de cada actividad.

La incorporación de inteligencia artificial ha generado nuevas posibilidades para este propósito. (Teixeira et al., 2025), en una revisión sistemática sobre las contribuciones de la IA a la gestión de cadenas de suministro, identifican aplicaciones relacionadas con la optimización de procesos, la capacidad de respuesta y el apoyo a las decisiones. Estos aportes resultan relevantes para la distribución debido a que permiten analizar una mayor cantidad de información y considerar diferentes variables antes de seleccionar una alternativa.

Sin embargo, la utilización de inteligencia artificial no garantiza por sí misma un aumento de la eficiencia. (Shahzadi et al., 2024) identificaron factores tecnológicos, organizacionales, económicos y humanos que pueden facilitar o dificultar la adopción de estas herramientas. Por lo tanto, además de estudiar sus posibles beneficios, es necesario considerar las condiciones que requiere una organización para utilizarlas adecuadamente.

Inteligencia artificial aplicada a la logística

La inteligencia artificial comprende diferentes técnicas que permiten a los sistemas procesar información, identificar patrones, aprender a partir de datos y apoyar la toma de decisiones. En consecuencia, no debe entenderse como una única herramienta tecnológica, sino como un conjunto de métodos que pueden ser aplicados de diferentes maneras según el problema que se pretende resolver.

(Toorajipour et al., 2021) identificaron diferentes técnicas y áreas de aplicación de la inteligencia artificial dentro de la gestión de cadenas de suministro. Su revisión muestra que estas tecnologías han sido estudiadas en actividades de logística, producción, mercadeo y gestión de la cadena de suministro, evidenciando que sus posibilidades de aplicación se han ampliado a medida que las organizaciones cuentan con mayores capacidades para recopilar y procesar información.

(Pournader et al., 2021), a partir de la revisión de 150 artículos científicos publicados entre 1998 y 2020, clasificaron las aplicaciones de inteligencia artificial en la cadena de suministro en tres grandes grupos: percepción e interacción, aprendizaje y toma de decisiones. Esta clasificación permite observar que la IA puede participar en diferentes momentos del proceso, desde la obtención e interpretación de información hasta el análisis de alternativas para apoyar una decisión.

Estudios más recientes muestran que este campo continúa evolucionando. (Teixeira et al., 2025) identifican entre las tecnologías estudiadas el aprendizaje automático (*machine learning*), el aprendizaje profundo (*deep learning*) y formas más recientes de inteligencia artificial generativa. Por su parte, (Daios et al., 2025) señalan aplicaciones de IA en procesos como gestión de inventarios, redes de transporte, compras, pronóstico de demanda y gestión de riesgos.

Para efectos de esta monografía, el interés se concentra en aquellas aplicaciones que tienen relación con la distribución de mercancías. Esto incluye mecanismos que pueden apoyar la planificación de rutas, la predicción de la demanda, la asignación de recursos, el seguimiento de las operaciones y la toma de decisiones. Estas aplicaciones serán identificadas y analizadas posteriormente a partir de la revisión documental, sin que esto implique desarrollar o implementar directamente una herramienta de inteligencia artificial.

Analítica de datos y toma de decisiones en procesos logísticos

Los procesos logísticos generan información de manera permanente. Los pedidos recibidos, niveles de inventario, recorridos de los vehículos, tiempos de entrega, cantidades transportadas, costos y comportamiento de la demanda son algunos ejemplos de datos que pueden utilizarse para conocer el funcionamiento de una operación.

La utilidad de estos datos depende de la capacidad de las organizaciones para organizarlos, analizarlos y convertirlos en información que pueda apoyar las decisiones. En este sentido, la inteligencia artificial amplía las posibilidades de análisis al permitir encontrar patrones y relaciones que pueden resultar difíciles de identificar mediante métodos convencionales. (Pournader et al., 2021) destacan precisamente el aprendizaje y la toma de decisiones como dos de las principales categorías en las que se han desarrollado aplicaciones de IA dentro de la gestión de cadenas de suministro.

(Teixeira et al., 2025) muestran que las aplicaciones recientes de inteligencia artificial se encuentran relacionadas con la optimización de procesos y con una mayor capacidad para responder a cambios en las condiciones de la cadena de suministro. De forma similar, (Daios et al., 2025) señalan que el aprendizaje automático y otras técnicas de IA tienen aplicaciones en áreas como el pronóstico de demanda, la gestión de inventarios y las redes de transporte.

La calidad de los resultados obtenidos mediante estas herramientas depende, entre otros aspectos, de la información disponible. Si los datos son incompletos, presentan errores o no se encuentran actualizados, las decisiones derivadas de su análisis también pueden verse afectadas. Por esta razón, el manejo de información constituye un elemento importante para comprender tanto las posibilidades como las limitaciones de la inteligencia artificial aplicada a la distribución.

Marco conceptual

Para el desarrollo de la monografía se establecen algunos conceptos que permiten delimitar la forma en que serán utilizados los principales términos del estudio. No se pretende presentar un glosario, sino establecer la relación entre los conceptos que orientan el análisis.

Distribución de mercancías. Corresponde al conjunto de actividades y decisiones mediante las cuales los productos son movilizados hacia los clientes o puntos de destino. Incluye aspectos relacionados con transporte, rutas, programación de entregas, utilización de recursos y seguimiento de las mercancías.

Eficiencia logística. Se refiere a la capacidad para desarrollar las operaciones logísticas haciendo un uso adecuado de los recursos y procurando cumplir las condiciones de servicio establecidas. Para esta monografía se analiza principalmente desde su relación con los tiempos de entrega, los costos y la toma de decisiones.

Inteligencia artificial. Se entiende como un conjunto de métodos y técnicas que permiten a los sistemas desarrollar funciones relacionadas con el análisis de información, aprendizaje, identificación de patrones, predicción y apoyo a la toma de decisiones. En este trabajo se estudia a partir de los mecanismos que pueden tener aplicación en la distribución de mercancías (Toorajipour et al., 2021).

Aprendizaje automático o *machine learning*. Es una rama de la inteligencia artificial que utiliza datos para desarrollar modelos capaces de identificar patrones y generar predicciones o clasificaciones. Dentro de la cadena de suministro puede tener aplicaciones relacionadas con pronósticos, inventarios, transporte y otras decisiones operativas (Daios et al., 2025).

Optimización de rutas. Se relaciona con la búsqueda de alternativas para organizar los recorridos de los vehículos considerando las condiciones y restricciones de la operación. Entre las variables que pueden intervenir se encuentran las distancias, tiempos, capacidad disponible y puntos que deben ser atendidos.

Analítica de datos. Comprende el procesamiento y análisis de información con el propósito de identificar comportamientos, tendencias o relaciones que puedan servir como apoyo para las decisiones. Su relación con la IA se encuentra en la posibilidad de utilizar los datos generados por las operaciones para alimentar diferentes modelos y mecanismos de análisis.

Toma de decisiones logísticas. Corresponde a la selección de alternativas relacionadas con la planificación y ejecución de las operaciones. En la distribución incluye decisiones sobre rutas, recursos, cantidades, programación de entregas y respuesta frente a situaciones que puedan afectar la operación.

Herramientas tecnológicas aplicadas a la distribución. Para efectos de esta monografía, corresponden a sistemas, plataformas o soluciones tecnológicas que incorporan mecanismos de inteligencia artificial o analítica para apoyar alguna actividad de distribución. Su estudio será documental y no implica que estas herramientas sean desarrolladas, adquiridas o implementadas durante el trabajo.

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Diseño de la Investigación

La presente investigación se desarrolló mediante un diseño documental, ya que el análisis se fundamenta en la revisión y estudio de información previamente publicada sobre la aplicación de la inteligencia artificial en los procesos de distribución de mercancías. Este diseño permite recopilar, organizar e interpretar información proveniente de diferentes fuentes académicas e institucionales con el propósito de comprender un fenómeno y generar un análisis sustentado en la literatura existente (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018).

A diferencia de investigaciones que requieren trabajo de campo, esta monografía no contempla la aplicación de encuestas, entrevistas o experimentos. Su desarrollo se basa en la consulta de libros, artículos científicos, informes técnicos y documentos publicados por organismos nacionales e internacionales relacionados con la logística, la cadena de suministro y la inteligencia artificial.

La elección de este diseño responde al objetivo general de la investigación, el cual busca analizar los mecanismos de inteligencia artificial aplicados a los procesos de distribución de mercancías a partir de la revisión de literatura y herramientas tecnológicas, con el fin de identificar sus aportes en la optimización de la eficiencia logística. En este sentido, la información recopilada constituye la base para describir los retos de la distribución logística, identificar las principales herramientas de inteligencia artificial, analizar sus aportes y sintetizar los beneficios y limitaciones reportados en diferentes investigaciones.

Tipo y enfoque de la investigación

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, debido a que busca comprender e interpretar la información encontrada en diferentes fuentes documentales sobre la aplicación de la inteligencia artificial en la distribución de mercancías. Este enfoque permite analizar conceptos, comparar diferentes perspectivas y explicar los aportes reportados por la literatura, sin recurrir a análisis estadísticos inferenciales, aunque se utilizan frecuencias simples para organizar y presentar los hallazgos de la revisión documental (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018).

En cuanto al tipo de investigación, corresponde a una investigación documental, porque utiliza como principal fuente de información documentos previamente publicados, tales como libros especializados, artículos científicos, informes institucionales y documentos técnicos.

Asimismo, el estudio tiene un alcance descriptivo, ya que busca identificar y explicar los principales mecanismos de inteligencia artificial utilizados en los procesos de distribución de mercancías, así como los beneficios y limitaciones que diferentes autores han reportado en su implementación. El propósito no es comprobar hipótesis, sino presentar una visión organizada y sustentada del conocimiento disponible sobre el tema.

Métodos de investigación

El método utilizado fue el análisis documental, entendido como un proceso sistemático de búsqueda, selección, organización y análisis de información registrada en diferentes fuentes bibliográficas.

Lo anterior permitió recopilar información relacionada con la logística, la distribución de mercancías y la inteligencia artificial, identificar las principales tendencias de investigación y comparar los resultados obtenidos por diferentes autores. De esta manera, fue posible construir un análisis que integra distintos puntos de vista y evidencia las aplicaciones de la inteligencia artificial en la optimización de la distribución logística.

Técnicas de recolección de información.

La técnica empleada fue la revisión bibliográfica y documental, mediante la consulta de libros, artículos científicos, informes institucionales y documentos técnicos relacionados con el tema de investigación.

Como instrumento de recolección de información se diseñó una matriz de revisión documental, la cual permitió organizar la información obtenida de cada fuente consultada. Esta matriz incluye aspectos como el autor, año de publicación, tipo de documento, objetivo del estudio, metodología utilizada, principales hallazgos y

aportes para el desarrollo de la investigación. La información seleccionada se organizó en el Anexo 1 mediante una matriz con cinco campos: código, fuente, tipo de fuente, tema o categoría y aporte principal. Los registros se identificaron de R01 a R25, lo que permite relacionar las fuentes con los temas desarrollados en los cuatro objetivos específicos.

La búsqueda documental se realizó principalmente en bases de datos y portales académicos como ScienceDirect, SpringerLink, Emerald Insight, Taylor & Francis, MDPI y Google Scholar, utilizando combinaciones de términos en español e inglés como *artificial intelligence*, *supply chain management*, *logistics*, *distribution logistics*, *last-mile delivery*, *route optimization*, *machine learning* y *demand forecasting*. Se priorizaron publicaciones recientes, preferentemente de los últimos cinco años, sin excluir fuentes anteriores cuando aportaban antecedentes relevantes para el tema.

Para el primer objetivo se establecieron siete categorías de retos: rutas, costos, inventarios y demanda, tiempos de entrega, trazabilidad, coordinación e incertidumbre. La hoja complementaria de pre-codificación del Anexo 1 registra las menciones explícitas reconocibles en el aporte principal de cada fuente.

Para la selección se consideraron la relación temática con la distribución y la inteligencia artificial, la pertinencia para los objetivos, la naturaleza académica o institucional de la publicación y la actualidad de la información, sin excluir antecedentes fundamentales. La lectura se organizó en cuatro ejes: retos de distribución, mecanismos de IA, aportes operativos y beneficios/limitaciones.

3.5. Población y muestra

La población estuvo conformada por documentos académicos, científicos e institucionales relacionados con la inteligencia artificial aplicada a la logística y a los procesos de distribución de mercancías.

La muestra documental está integrada por 25 fuentes registradas en el Anexo 1 mediante códigos R01–R25. Según la clasificación consignada en la matriz, 22 corresponden a artículos científicos y tres a documentos o informes institucionales. Para el primer objetivo se consideraron 20 fuentes (hoja 2. Anexo 1 – Objetivo 1) vinculadas directamente con los retos de distribución:

- Relación directa con el tema,
- Publicaciones científicas, libros especializados o documentos oficiales.
- Que vayan acorde a los objetivos.
- Preferencia por publicaciones recientes.

Las fuentes consultadas incluyen artículos científicos indexados, libros especializados, documentos gubernamentales, informes de organismos nacionales e internacionales y trabajos académicos relacionados con la aplicación de la inteligencia artificial en la logística.

Correspondencia metodológica de la investigación

A continuación, se presenta la relación entre los objetivos específicos de la investigación, las técnicas e instrumentos utilizados para la recolección de información y los resultados esperados. Esta correspondencia permite evidenciar la coherencia entre el diseño metodológico y el desarrollo de la monografía, garantizando que cada uno de los objetivos planteados cuente con un procedimiento definido para su cumplimiento.

El Anexo 1 (R01–R25) sustenta la caracterización documental y el análisis temático de los objetivos 1 a 4. La hoja «objetivo 1» es el instrumento específico para contrastar las frecuencias de los siete retos.

Objetivo específico	Técnica	Instrumento	Producto esperado
Describir los principales retos asociados a la distribución de la mercancía en el contexto logístico, a partir de la revisión de estudios e informes del sector.	Revisión bibliográfica y documental	Matriz de revisión documental Anexo 1.	Identificación y descripción de los principales retos de la distribución logística reportados en la literatura.
Identificar los principales mecanismos y herramientas de inteligencia artificial aplicados a los procesos de distribución, mediante revisión bibliográfica.	Revisión bibliográfica		Clasificación de las herramientas y mecanismos de inteligencia artificial utilizados en la distribución de mercancías.
Analizar los aportes de la inteligencia artificial en la optimización de la distribución de la	Análisis documental comparativo		Análisis de los aportes reportados por diferentes autores sobre la aplicación de la inteligencia artificial

mercancía, especialmente en aspectos como tiempos de entrega, costos y toma de decisiones.			en los procesos de distribución.
Establecer una síntesis de los beneficios y limitaciones del uso de la inteligencia artificial en la distribución logística, con base en la información revisada.	Síntesis documental		Identificación de los principales beneficios, limitaciones y oportunidades de aplicación de la inteligencia artificial en la distribución logística.

Tabla 1. Correspondencia metodológica de la investigación.

4. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO

4.1. Retos asociados a la distribución de mercancías en el contexto logístico

Para el desarrollo del primer objetivo específico se realizó una revisión bibliográfica y documental orientada a identificar los principales retos que afectan la distribución de mercancías. La búsqueda se concentró en estudios relacionados con transporte, distribución física, última milla, gestión de inventarios, trazabilidad, visibilidad de la cadena, tiempos de entrega, coordinación e intercambio de información.

Como apoyo al análisis también se incorporaron documentos institucionales que permiten relacionar los hallazgos de la literatura con el contexto logístico colombiano.

La revisión consideró 20 fuentes directamente relacionadas con los procesos logísticos y de distribución, con predominio de publicaciones recientes. La mayor parte corresponde a artículos científicos publicados entre 2021 y 2025, complementados con fuentes institucionales y estudios aplicados. Esta selección permite que los resultados del objetivo se encuentren sustentados tanto en la literatura académica como en información sectorial.

Para identificar la frecuencia de los retos asociados con la distribución de mercancías, se revisaron las 20 fuentes seleccionadas para el primer objetivo específico. Cada documento se clasificó según los problemas logísticos abordados, considerando que una misma fuente podía relacionarse con varios retos. Los resultados de esta clasificación se presentan en la Tabla 4 – Apartado de resultados.

4.1.1. Caracterización de las fuentes revisadas.

El Anexo 1, entregado como archivo Excel independiente, presenta las 25 fuentes mediante los campos Código, Fuente, Tipo de fuente, Tema/categoría y Aporte principal. Esta caracterización respalda la síntesis temática del capítulo; las

frecuencias de los siete retos requieren una codificación específica de las 20 fuentes utilizadas para el primer objetivo.

A continuación, se presenta gráficamente las fuentes principales para la descripción:



Ilustración 1. Selección de fuentes del Anexo 1- Hoja 2. Objetivo 1..

4.1.2. Identificación de los principales retos

A partir de la lectura y clasificación de las fuentes en la matriz documental se identificaron siete categorías principales de retos:



Ilustración 2. Gestión de operaciones logísticas.

- **Planeación y optimización de rutas:** La planificación de rutas constituye uno de los retos más visibles dentro de la distribución de mercancías. La dificultad aumenta cuando una organización debe atender diferentes destinos, manejar restricciones de capacidad, cumplir horarios específicos o responder a cambios en la demanda.

  (Liu et al., 2023) muestran que la planificación de última milla requiere considerar simultáneamente la ubicación de los puntos de atención y la definición de los recorridos, especialmente cuando la demanda puede cambiar durante la operación. Su estudio demuestra que las decisiones de ruteo pueden convertirse en problemas complejos cuando aumenta el número de clientes y restricciones.

  Esta dificultad también se observa en estudios desarrollados en Colombia. Una investigación aplicada a la distribución de productos lácteos en Bolívar plantea que la gestión del transporte debe considerar la utilización de la flota y la definición de

rutas para disminuir los tiempos de entrega, utilizando modelos de ruteo de vehículos como apoyo a la planificación (Arenas Bossa et al., 2024).

Por otra parte, la distribución de última milla enfrenta presiones adicionales asociadas con el crecimiento de los envíos, el tráfico urbano y las nuevas condiciones de entrega. (Janinhoff et al., 2024) señalan como retos actuales los costos elevados, el aumento del combustible, la congestión y la necesidad de gestionar de forma más eficiente las rutas y puntos de entrega.

De acuerdo con estos hallazgos, la planeación de rutas no consiste únicamente en escoger el recorrido más corto. Implica encontrar una combinación adecuada entre distancia, tiempo, disponibilidad de vehículos, capacidad, demanda y nivel de servicio.

- **Costos de transporte y distribución:** Los costos representan otro reto recurrente en las fuentes revisadas. Las operaciones de distribución requieren recursos asociados con combustible, vehículos, mantenimiento, personal, almacenamiento, inventarios y administración de las operaciones.
  En Colombia, este reto se evidencia claramente en la Encuesta Nacional Logística 2024. El DNP reporta que el costo logístico representó el 15,6 % de las ventas de las empresas, mientras que el transporte concentró el 44,5 % del costo logístico, seguido por almacenamiento con 22,4 % e inventarios con 17,7 % (Departamento Nacional de Planeación, 2025).
  Aunque el resultado nacional muestra una disminución frente a la medición de 2022, el transporte continúa siendo el componente de mayor participación. Esto permite establecer que las decisiones relacionadas con distribución tienen una incidencia directa sobre los costos empresariales.

La literatura sobre última milla llega a una conclusión similar. (Janinhoff et al., 2024) identifican como presiones relevantes el incremento de los costos de combustible, los márgenes reducidos y los intentos fallidos de entrega, factores que obligan a buscar alternativas de distribución más eficientes.

En consecuencia, el reto no consiste solamente en reducir el costo de transporte. También es necesario evitar que una decisión orientada a disminuir un costo particular genere efectos negativos sobre los tiempos de entrega, inventarios o servicio al cliente.

- **Gestión de inventarios y variabilidad de la demanda:** La distribución requiere que las mercancías se encuentren disponibles cuando deben ser despachadas. Por esta razón, las decisiones sobre inventarios se encuentran directamente relacionadas con la planificación del transporte.

  (Feng et al., 2024) plantean precisamente esta relación al abordar el problema conjunto de inventarios y rutas bajo condiciones de demanda incierta. El problema consiste en determinar cuánto producto entregar, cuándo realizar las entregas y qué rutas deben utilizar los vehículos.

  La incertidumbre de la demanda aumenta la dificultad de estas decisiones. Una cantidad insuficiente de inventario puede generar faltantes y entregas incompletas, mientras que una cantidad excesiva puede aumentar los costos de almacenamiento y los recursos comprometidos.

  (Walter et al., 2025) señalan que la planificación de la demanda constituye una actividad central dentro de la gestión de cadenas de suministro porque condiciona diferentes decisiones posteriores de abastecimiento y operación.

  Además, situaciones de interrupción pueden generar simultáneamente escasez y exceso de inventarios. (Butt & Alghababsheh, 2023), a partir del estudio de centros

de distribución, identificaron problemas de escasez, exceso de existencias, restricciones de capacidad y aumentos inesperados de la demanda. Por tanto, el reto consiste en coordinar adecuadamente demanda, inventario y distribución, evitando analizar estas decisiones de forma independiente.

- **Cumplimiento de tiempos de entrega:** El tiempo es otro elemento fundamental para evaluar el desempeño de la distribución. Las organizaciones deben procurar que las mercancías lleguen dentro de los tiempos acordados, pero este resultado depende de múltiples condiciones.

  Los tiempos de entrega pueden verse afectados por rutas inadecuadas, congestión, falta de inventario, cambios de demanda o problemas de coordinación. Esto confirma que el cumplimiento de una entrega no depende exclusivamente del desplazamiento físico del vehículo, sino de la coordinación de toda la operación.

- **Trazabilidad y visibilidad de las operaciones:** Otro reto identificado consiste en disponer de información actualizada sobre el estado y ubicación de las mercancías.

  (Freichel et al., 2022) agruparon los problemas de visibilidad en tres dimensiones: deficiencias en procesos y sistemas de información, falta de comunicación y confianza, y dificultades relacionadas con indicadores para monitoreo y toma de decisiones.

  (Kalaiarasan et al., 2022) también identificaron barreras, retos y factores que condicionan la visibilidad en las cadenas de suministro, mostrando que disponer de información no depende exclusivamente de adquirir tecnología.

(Agrawal et al., 2024), mediante consulta a expertos, encontraron que la visibilidad en tiempo real era considerada una prioridad para mejorar la capacidad de anticipación y respuesta. Entre los principales obstáculos aparecen la falta de estandarización, la complejidad de las cadenas, insuficiencias de infraestructura tecnológica y resistencia al intercambio de datos.

En Colombia todavía existe espacio para avanzar. La ENL 2024 indica que 23,4 % de las empresas utiliza herramientas de rastreo y seguimiento de pedidos, lo que muestra avances, pero también una adopción todavía limitada a nivel general (Departamento Nacional de Planeación, 2025).

- **Coordinación e intercambio de información:** La distribución requiere coordinación entre proveedores, centros de almacenamiento, transportadores, operadores logísticos, áreas comerciales y clientes. Cuando la información no circula adecuadamente pueden presentarse retrasos, reprocesos, errores en los pedidos o utilización ineficiente de los recursos.
  (Freichel et al., 2022) señalan que la falta de comunicación y confianza constituye una de las dificultades para lograr visibilidad en las operaciones de distribución.
  De forma similar, (Comi & Hriekova, 2024) identifican la colaboración, la coordinación y la integración de información como elementos necesarios para enfrentar la creciente complejidad de la distribución urbana.
  Este reto adquiere importancia a medida que aumenta el número de participantes de la cadena, porque la información debe encontrarse disponible para quienes toman decisiones sobre inventarios, transporte y entregas.

- **Capacidad de respuesta ante incertidumbre y cambios:** Además de los problemas habituales de la distribución, la literatura reciente destaca la necesidad de responder a eventos imprevistos.

Las interrupciones de las cadenas pueden modificar la demanda, afectar la disponibilidad de productos, reducir la capacidad de transporte o generar restricciones operativas. (Butt & Alghababsheh, 2023) evidenciaron estos efectos en centros de distribución, identificando escasez de personal, falta o exceso de inventario, restricciones de capacidad y variaciones fuertes de la demanda.

Esta situación muestra que las organizaciones no solamente deben planificar para condiciones normales. También requieren capacidad para modificar rutas, inventarios y recursos cuando las condiciones cambian.

4.2. Mecanismos y herramientas de inteligencia artificial aplicados a los procesos de distribución.

Para el desarrollo del segundo objetivo específico se realizó una revisión de las fuentes bibliográficas seleccionadas, concentrando el análisis en aquellas que describen de manera explícita técnicas, mecanismos o aplicaciones de inteligencia artificial dentro de los procesos logísticos y de distribución. La información se organizó en la matriz documental considerando tres aspectos principales: mecanismo de inteligencia artificial, proceso logístico en el que se aplica y tipo de herramienta o solución que puede soportar su utilización.

La revisión evidencia que la inteligencia artificial no corresponde a una única tecnología. Bajo este concepto se agrupan diferentes mecanismos capaces de aprender a partir de datos, realizar predicciones, reconocer patrones, apoyar decisiones o ajustar automáticamente una solución frente a cambios en las condiciones de operación. (Pournader et al., 2021), por ejemplo, agrupan las aplicaciones de IA en cadena de suministro en tres grandes capacidades: percepción e interacción, aprendizaje y toma de decisiones.

De manera más reciente, (Teixeira et al., 2025) identifican entre las tecnologías utilizadas en la gestión de cadenas de suministro el machine learning, deep learning, aprendizaje por refuerzo e inteligencia artificial generativa. Estas técnicas se aplican a funciones como pronóstico de demanda, optimización logística, inventarios, gestión de riesgos y apoyo a la toma de decisiones.

A partir de la revisión realizada se establecieron siete mecanismos principales de inteligencia artificial relacionados con los procesos de distribución:



Ilustración 3. Principales mecanismos de inteligencia artificial en los procesos de distribución.

Estos mecanismos pueden integrarse en diferentes herramientas tecnológicas, como sistemas de pronóstico, plataformas de gestión de transporte, sistemas de gestión de almacenes, herramientas de optimización de rutas, aplicaciones de trazabilidad y sistemas de apoyo a decisiones.

4.2.1 Diferencia entre mecanismo de IA y herramienta tecnológica

Para evitar confusiones en la monografía es importante diferenciar estos dos conceptos.

Un mecanismo de inteligencia artificial corresponde a la técnica o método mediante el cual un sistema analiza información o genera una decisión. Por ejemplo, el aprendizaje automático, las redes neuronales o el aprendizaje por refuerzo.

Una herramienta tecnológica, en cambio, es el sistema o aplicación en el que dichos mecanismos son utilizados. Por ejemplo, una plataforma de optimización de rutas puede incorporar algoritmos de aprendizaje automático y optimización para recomendar recorridos, mientras que un sistema de pronóstico puede utilizar redes neuronales para estimar la demanda futura.

Esta distinción es relevante porque no todo sistema de gestión logística utiliza necesariamente inteligencia artificial, y una misma herramienta puede incorporar diferentes mecanismos de IA.

4.2.2 Aprendizaje automático

El aprendizaje automático o machine learning (ML) es uno de los mecanismos de inteligencia artificial con mayor presencia en la literatura revisada. Su principal característica consiste en utilizar datos históricos para identificar patrones y generar predicciones o clasificaciones sin que todas las reglas deban programarse previamente.

(Toorajipour et al., 2021) identifican el aprendizaje automático entre las técnicas con mayor presencia en la investigación sobre inteligencia artificial y gestión de cadenas de suministro. De manera similar, revisiones recientes muestran que ML se utiliza en diferentes funciones que van desde compras hasta distribución.

En los procesos de distribución, este mecanismo puede utilizar información relacionada con ventas, pedidos, tiempos de entrega, rutas, inventarios,

comportamiento de clientes y condiciones operativas para apoyar diferentes decisiones.

(Walter et al., 2025), mediante una revisión de 141 artículos científicos, identifican que la inteligencia artificial aplicada a la planificación de demanda se relaciona con diferentes funciones de la cadena y puede contribuir a mejorar las decisiones posteriores de abastecimiento, inventarios y operación.

En este sentido, una de las principales herramientas derivadas de ML corresponde a los sistemas de pronóstico inteligente, los cuales procesan datos históricos para anticipar variaciones de demanda y facilitar la planificación de inventarios y distribución.

4.2.3 Aprendizaje profundo y redes neuronales

El deep learning constituye una evolución del aprendizaje automático basada principalmente en redes neuronales con múltiples capas. Este mecanismo permite analizar grandes cantidades de datos y detectar relaciones complejas que pueden ser difíciles de establecer mediante modelos convencionales.

(Teixeira et al., 2025) señalan que el aprendizaje profundo se encuentra entre las tecnologías de IA utilizadas actualmente en gestión de cadenas de suministro. La revisión de la literatura realizada por diversos autores también muestra aplicaciones de ML y deep learning en inventarios, transporte, estimación de demanda y gestión logística.

Para distribución, este mecanismo resulta especialmente útil cuando se dispone de grandes volúmenes de información relacionados con:

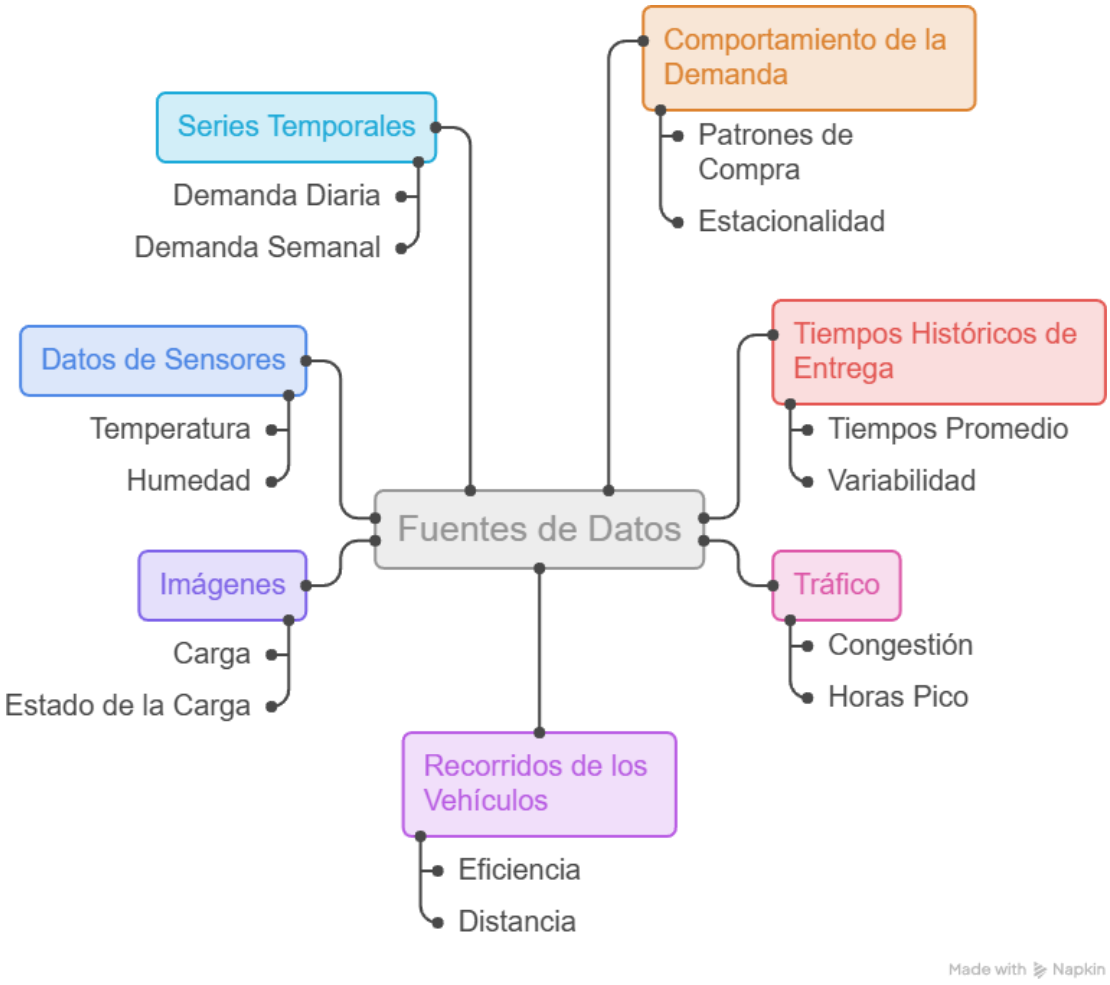

Ilustración 4. Fuentes de datos para la optimización logística.

Por ejemplo, las redes neuronales pueden utilizarse para estimar la demanda futura o predecir los tiempos de llegada de un vehículo teniendo en cuenta un conjunto amplio de variables.

Las herramientas asociadas a este mecanismo son principalmente sistemas de pronóstico avanzado, plataformas de analítica predictiva y sistemas de estimación de tiempos de entrega.

4.2.4 Aprendizaje por refuerzo

El aprendizaje por refuerzo o reinforcement learning (RL) es un mecanismo mediante el cual un sistema aprende a seleccionar acciones a partir de los resultados que obtiene de decisiones anteriores. A diferencia de un modelo que realiza únicamente una predicción, el aprendizaje por refuerzo busca encontrar una estrategia de decisión que mejore progresivamente.

(Teixeira et al., 2025) destacan este mecanismo entre las tecnologías emergentes con potencial para apoyar tareas de optimización y decisiones en tiempo real dentro de las cadenas de suministro.

Su aplicación resulta especialmente relevante para problemas dinámicos de distribución. Por ejemplo, cuando una ruta debe cambiar durante el recorrido debido a congestión, aparición de nuevos pedidos o modificaciones en las condiciones de entrega.

En este tipo de casos, el sistema puede evaluar diferentes alternativas y ajustar las decisiones de acuerdo con los resultados obtenidos.

Por esta razón, las principales herramientas relacionadas con aprendizaje por refuerzo son:

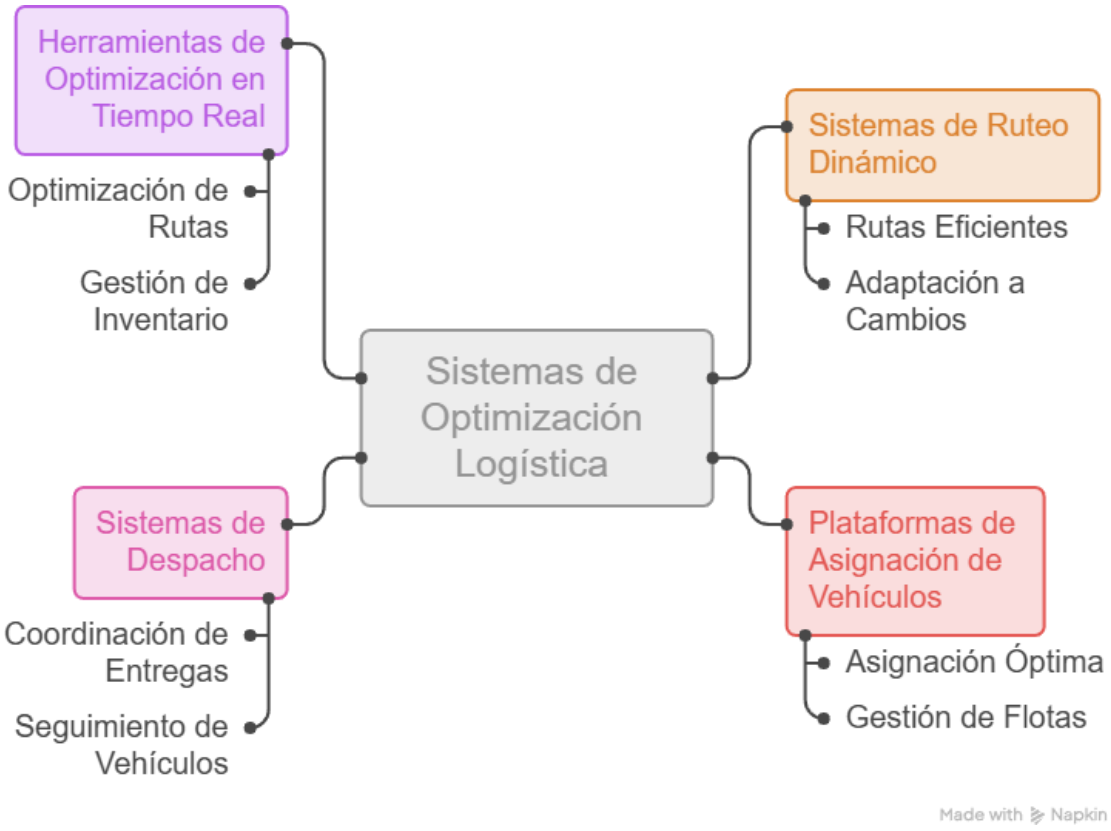

Ilustración 5. Sistemas de optimización logística.

4.2.5 Optimización inteligente y algoritmos de búsqueda

Otro mecanismo identificado corresponde a los algoritmos utilizados para encontrar mejores alternativas entre un gran número de posibles soluciones.

En distribución, uno de los problemas más conocidos consiste en determinar qué vehículos deben atender a determinados clientes y en qué orden deben hacerlo. Cuando existen numerosos destinos, capacidades diferentes, ventanas horarias y restricciones operativas, el número de posibles combinaciones aumenta considerablemente.

La inteligencia artificial puede complementar los métodos tradicionales de optimización mediante algoritmos capaces de buscar soluciones eficientes sin evaluar necesariamente todas las combinaciones posibles.

Dentro de esta categoría pueden encontrarse técnicas como:

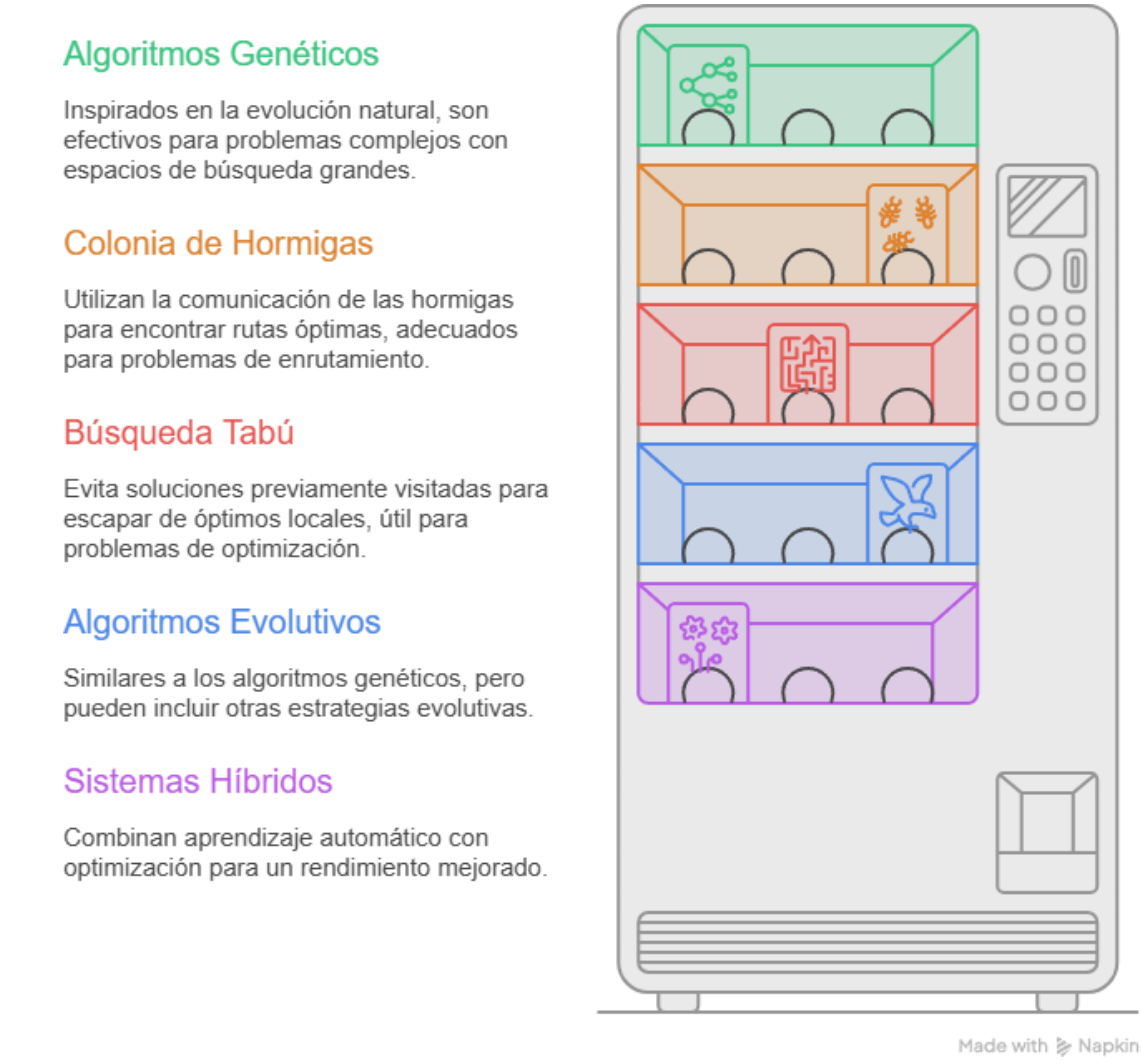

Ilustración 6. Selección de algoritmos de optimización aplicables a problemas logísticos.

La literatura sobre inteligencia artificial en gestión de cadenas muestra que los métodos orientados a la toma de decisiones constituyen una de las principales categorías de aplicación de IA. (Pournader et al., 2021) los incluyen dentro de su clasificación de mecanismos de decisión.

En términos prácticos, estos mecanismos se materializan principalmente en herramientas de optimización de rutas, sistemas de planificación de transporte y módulos inteligentes incluidos en plataformas TMS (Transportation Management Systems).

4.2.6 Procesamiento del lenguaje natural e inteligencia artificial generativa

El procesamiento del lenguaje natural (NLP) permite a los sistemas analizar, interpretar o generar lenguaje humano. Su utilización dentro de la logística ha aumentado con la aparición de herramientas de inteligencia artificial generativa. (Daios et al., 2025) identifican el procesamiento del lenguaje natural y la IA generativa entre las tecnologías que actualmente están transformando procesos de cadena de suministro.

(Jackson et al., 2024) estudian específicamente la inteligencia artificial generativa en gestión de operaciones y cadenas de suministro y proponen diferentes capacidades, entre ellas aprendizaje, predicción, interacción, adaptación y razonamiento. Estas capacidades pueden apoyar diferentes áreas de decisión dentro de la operación.

Dentro de los procesos de distribución, sus aplicaciones pueden incluir:



Ilustración 7. Aplicaciones de la inteligencia artificial en logística.

Las herramientas asociadas incluyen asistentes inteligentes, chatbots, sistemas de consulta de información logística y herramientas generativas de apoyo a decisiones. Sin embargo, estas aplicaciones deben diferenciarse de mecanismos como ML o RL utilizados directamente para optimización. La IA generativa puede apoyar principalmente el análisis, la comunicación y la toma de decisiones, pero no reemplaza necesariamente los modelos especializados en pronóstico o ruteo.

4.2.7 Visión artificial y mecanismos de percepción

La inteligencia artificial también puede utilizar datos provenientes de imágenes y video.

Los mecanismos de visión artificial o computer vision permiten identificar objetos, códigos, mercancías, vehículos o eventos a partir de imágenes. (Pournader et al., 2021) incluyen este tipo de capacidades dentro de la categoría de percepción e interacción, destacando que los mecanismos capaces de captar información del entorno constituyen un campo creciente dentro de las aplicaciones de IA en cadenas de suministro.

Las herramientas asociadas pueden incorporar cámaras, sensores y sistemas de reconocimiento integrados con plataformas de almacenamiento o transporte.

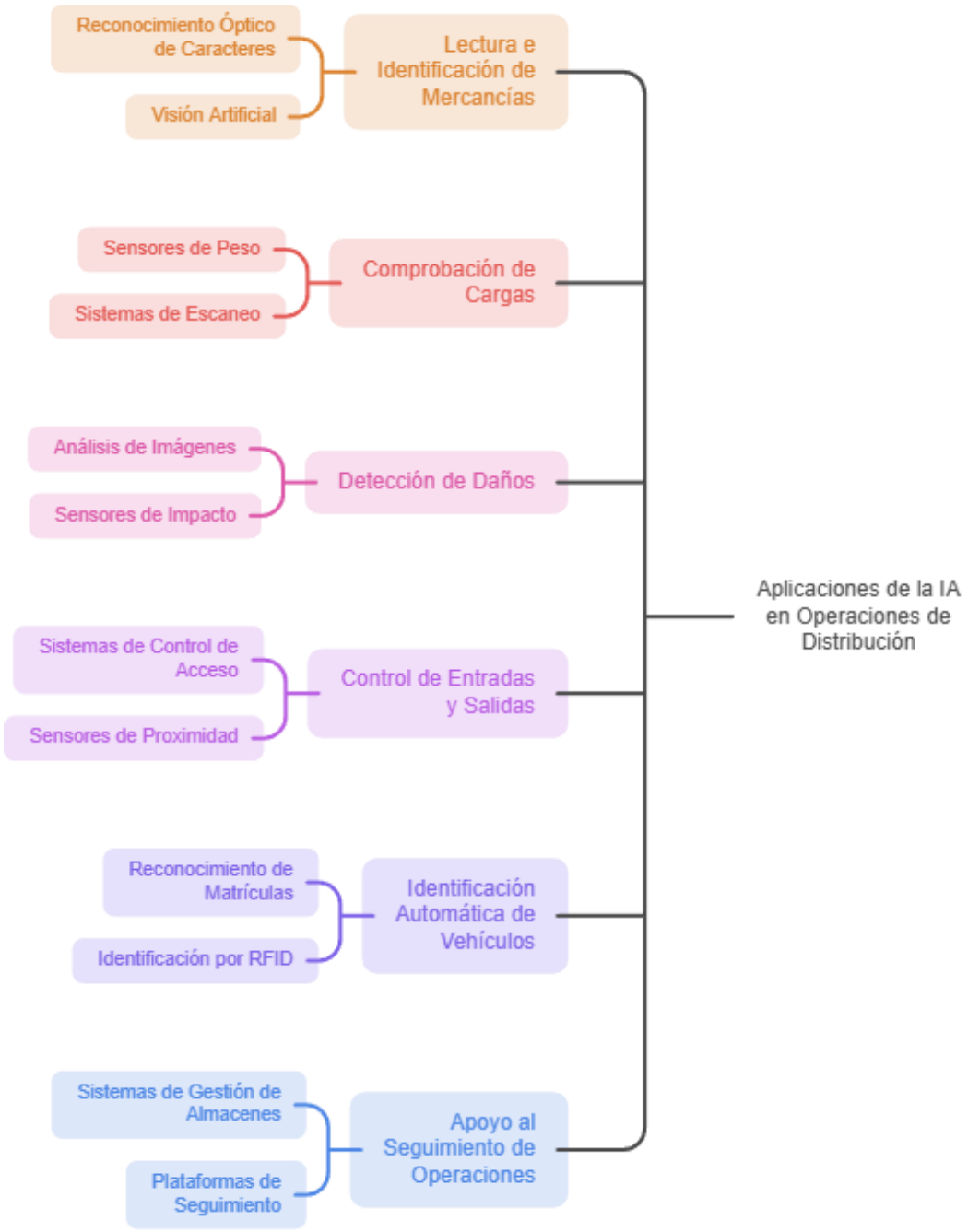

Ilustración 8. Aplicaciones de IA en operaciones de distribución.

4.2.8 Relación entre mecanismos de IA y procesos de distribución

La revisión permitió sintetizar la relación entre las principales técnicas identificadas y las actividades en las cuales pueden ser utilizadas.

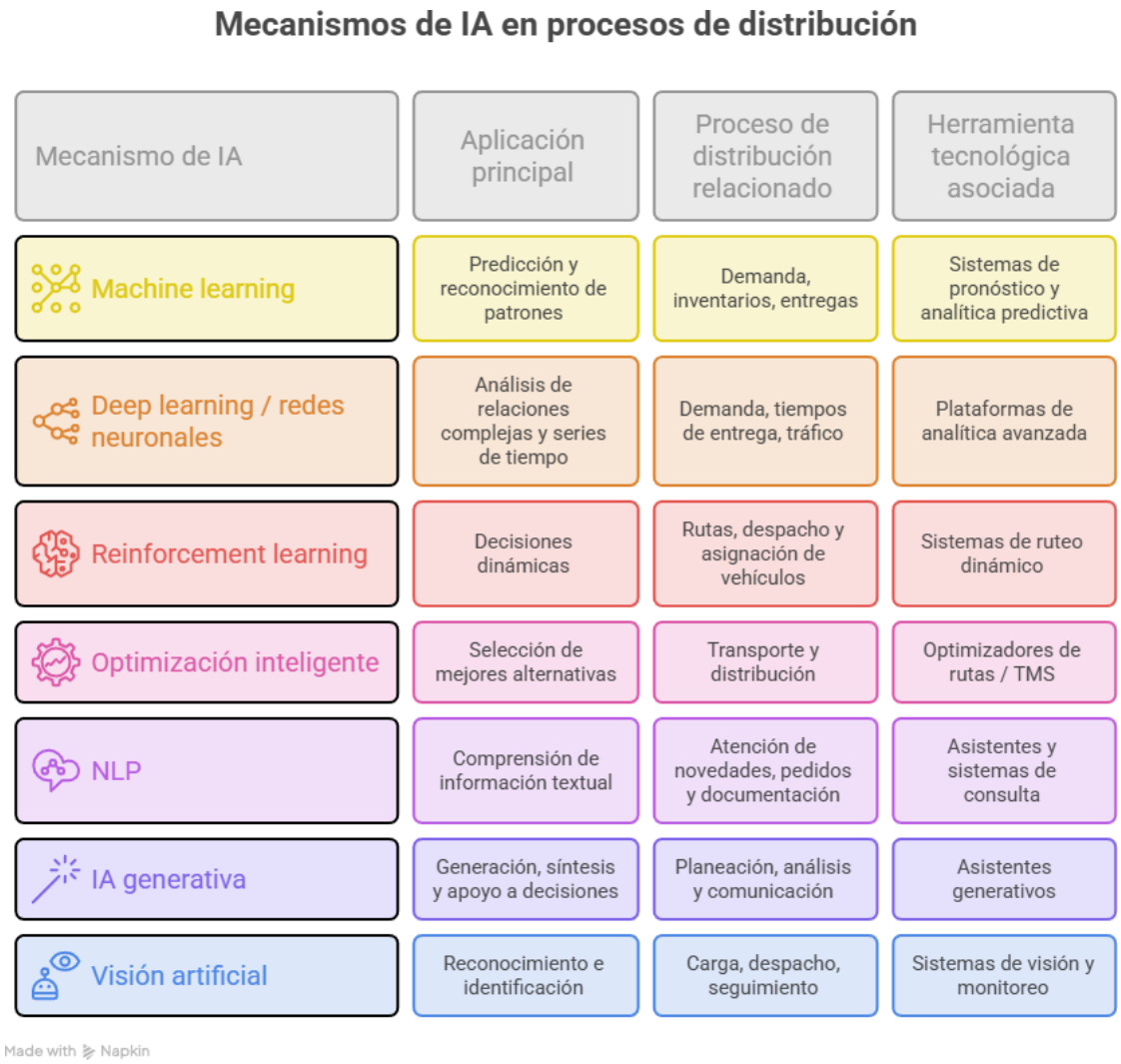

Ilustración 9 Mecanismos de inteligencia artificial aplicados a la distribución.

Esta tabla permite observar que un mismo proceso puede utilizar diferentes mecanismos de inteligencia artificial. Por ejemplo, la planificación de rutas puede apoyarse en ML para predecir condiciones de operación, en algoritmos de optimización para construir el recorrido y en aprendizaje por refuerzo para realizar ajustes durante la ejecución.

De la misma forma, un mecanismo puede tener múltiples aplicaciones. Machine learning puede utilizarse tanto en pronósticos de demanda como en inventarios, transporte y predicción de tiempos.

4.2.9 Clasificación según el proceso logístico

Además de clasificar las tecnologías, resulta útil analizarlas desde la actividad logística a la cual aportan.

Proceso logístico	Aplicaciones de IA identificadas
Pronóstico y planificación de demanda	Predicción de ventas, identificación de patrones, análisis de series de tiempo
Gestión de inventarios	Predicción de necesidades, niveles de inventario y reposición
Almacenamiento	Reconocimiento de mercancías, asignación de ubicaciones y automatización
Transporte	Optimización de rutas, asignación de vehículos y predicción de tiempos
Distribución / última milla	Ruteo dinámico, programación de entregas y respuesta ante cambios
Trazabilidad	Identificación de eventos, monitoreo y detección de anomalías
Atención y comunicación	Chatbots, análisis de texto y asistentes generativos
Toma de decisiones	Predicción, generación de escenarios y recomendaciones

Tabla 2. Aplicaciones de IA identificadas en el proceso logístico.

Las revisiones recientes muestran precisamente que las aplicaciones de IA se extienden a distintas etapas de la cadena.(Daios et al., 2025) identifican aplicaciones en inventarios, redes de transporte, compras, pronóstico de demanda y gestión de riesgos. (Teixeira et al., 2025) por su parte, organizan las aplicaciones según las etapas del modelo SCOR, incluyendo planificación, abastecimiento, producción, entrega, devolución y actividades habilitadoras.

Aunque el título general de la monografía aborda la aplicación de inteligencia artificial en procesos logísticos, el objetivo específico se concentra en distribución. Por esta razón, en esta sección se hace énfasis en transporte, rutas, inventarios vinculados con las entregas, trazabilidad y planificación de demanda.

4.2.10 Herramientas tecnológicas aplicables a la distribución

Un hallazgo importante de la revisión es que la aplicación de IA normalmente no se presenta de manera aislada. Los mecanismos se incorporan en sistemas utilizados para administrar las operaciones.
Por esta razón, las herramientas pueden agruparse funcionalmente de la siguiente forma:

Tipo de herramienta	Función dentro de la distribución	Mecanismos de IA que puede incorporar
Sistemas inteligentes de pronóstico	Estimar demanda futura	ML, deep learning
Sistemas de optimización de rutas	Diseñar y ajustar recorridos	Optimización, ML, RL
TMS inteligentes	Planificar transporte, vehículos y despachos	ML, optimización, RL
WMS con capacidades de IA	Administrar mercancías e inventarios	ML, visión artificial
Sistemas de trazabilidad	Seguimiento de pedidos y detección de novedades	ML, visión, analítica
Plataformas de analítica predictiva	Anticipar retrasos, demanda y riesgos	ML, deep learning
Asistentes inteligentes	Consultar información y apoyar decisiones	NLP, IA generativa

Tabla 3. Herramientas tecnológicas aplicables a la distribución.

4.3. Aportes de la inteligencia artificial en la optimización de la distribución de mercancías.

Para el desarrollo del tercer objetivo específico se analizaron las fuentes de la matriz documental que presentan aportes de la inteligencia artificial al desempeño de los procesos logísticos y de distribución. A diferencia del objetivo anterior, orientado a identificar los principales mecanismos y herramientas de inteligencia artificial, en este apartado el análisis se concentra en establecer de qué manera estas tecnologías pueden contribuir a mejorar la distribución de mercancías.

La revisión se organizó principalmente alrededor de tres aspectos establecidos en el objetivo específico: tiempos de entrega, costos y toma de decisiones. También se identificaron aportes relacionados con la planificación de la demanda, la gestión de inventarios, la trazabilidad y la capacidad de respuesta, debido a que estos elementos también influyen en la eficiencia de la distribución.

La literatura revisada muestra que las aplicaciones de inteligencia artificial pueden intervenir en diferentes actividades de la cadena de suministro. (Daios et al., 2025) identifican aplicaciones relacionadas con pronóstico de demanda, gestión de inventarios, redes de transporte, compras y gestión de riesgos. Por su parte, (Shahzadi et al., 2024) encuentran que la adopción de inteligencia artificial puede generar resultados de carácter operacional y económico, además de apoyar la gestión y la toma de decisiones.

Estos aportes no significan que la incorporación de inteligencia artificial produzca automáticamente mejoras en cualquier organización. Los resultados dependen de factores como la disponibilidad y calidad de los datos, las características de la operación, el mecanismo utilizado y su integración con los procesos existentes. Por

esta razón, el análisis se orienta a identificar los aportes reportados en la literatura sin atribuir resultados generales que no hayan sido suficientemente demostrados.

4.3.1 Aportes en los tiempos de entrega

El cumplimiento de los tiempos de entrega constituye uno de los principales aspectos del desempeño de la distribución. Este resultado depende de diferentes decisiones relacionadas con la disponibilidad de mercancías, asignación de vehículos, definición de rutas, capacidad de transporte y condiciones presentadas durante la operación.

La inteligencia artificial puede contribuir a este proceso mediante el análisis de datos históricos y operativos que permitan anticipar situaciones y seleccionar alternativas de distribución. El aprendizaje automático puede utilizarse para reconocer patrones y realizar predicciones, mientras que los mecanismos de optimización y aprendizaje por refuerzo permiten evaluar alternativas relacionadas con recorridos, asignación de recursos y programación de entregas.

(Liu et al., 2023) analizan la planificación de rutas de última milla mediante un enfoque basado en Q-learning, mostrando la aplicación del aprendizaje por refuerzo en problemas donde deben evaluarse diferentes alternativas para organizar las entregas. Este tipo de aplicación permite relacionar los mecanismos de inteligencia artificial con uno de los retos identificados previamente: la necesidad de mejorar la planificación y responder ante condiciones cambiantes durante la distribución.
Los aportes sobre los tiempos de entrega también pueden producirse antes de iniciar el transporte. (Daios et al., 2025) identifican el pronóstico de demanda y las redes de transporte entre los campos de aplicación de la inteligencia artificial en la cadena de suministro. Una mejor estimación de las necesidades futuras puede facilitar la

disponibilidad de inventarios, la programación de vehículos y la planificación anticipada de las entregas.

Por tanto, el aporte de la inteligencia artificial sobre los tiempos no debe entenderse únicamente como la posibilidad de encontrar recorridos más cortos. También incluye una mayor capacidad para anticipar necesidades, programar recursos y ajustar decisiones cuando las condiciones de la operación presentan cambios.

4.3.2 Aportes en los costos de distribución

Los costos representan otro de los aspectos en los cuales la inteligencia artificial puede contribuir a la optimización de la distribución. En el primer objetivo se identificó que las decisiones relacionadas con transporte, inventarios, almacenamiento y utilización de recursos tienen incidencia sobre el costo de las operaciones logísticas. En este contexto, la inteligencia artificial puede apoyar la selección de alternativas que permitan aprovechar de manera más eficiente los recursos disponibles. (Shahzadi et al., 2024) identifican resultados operacionales y económicos asociados con la adopción de inteligencia artificial en la gestión de cadenas de suministro. De manera similar, (Daios et al., 2025) relacionan sus aplicaciones con la optimización de procesos en áreas como transporte, inventarios y planificación de demanda.

En los procesos de distribución, estos aportes pueden relacionarse con una mejor utilización de la capacidad de los vehículos, la reducción de recorridos innecesarios, la coordinación entre inventarios y entregas y una planificación más adecuada de los recursos requeridos para atender la demanda.

La relación entre rutas y costos resulta especialmente importante. Una planificación deficiente puede generar mayores distancias recorridas, utilización inadecuada de

vehículos, consumo adicional de recursos y dificultades para cumplir con las entregas programadas. En este sentido, las herramientas de optimización apoyadas por inteligencia artificial permiten evaluar diferentes alternativas antes de tomar una decisión.

Sin embargo, no resulta adecuado afirmar que la implementación de inteligencia artificial genera por sí misma un porcentaje determinado de reducción de costos. (Culot et al., 2024) señalan la necesidad de diferenciar entre las expectativas asociadas con la inteligencia artificial y los resultados que han sido comprobados mediante aplicaciones empíricas. Por esta razón, los aportes identificados en esta monografía se interpretan como posibilidades respaldadas por la literatura revisada, cuya magnitud depende de las condiciones particulares de cada organización.

4.3.3 Aportes a la toma de decisiones

La toma de decisiones constituye uno de los aportes más transversales identificados en la revisión documental. (Pournader et al., 2021) clasifican las aplicaciones de inteligencia artificial en la cadena de suministro considerando capacidades relacionadas con percepción e interacción, aprendizaje y toma de decisiones. Esta clasificación permite comprender que el aporte de estas tecnologías no se limita a automatizar actividades, sino que también puede facilitar el análisis de información necesaria para seleccionar alternativas.

En los procesos de distribución deben tomarse continuamente decisiones relacionadas con cantidades a despachar, vehículos, rutas, prioridades de entrega, inventarios y respuesta ante retrasos o modificaciones de la demanda. Cuando aumenta el volumen de información y el número de variables que deben considerarse, el proceso de decisión también adquiere mayor complejidad.

La inteligencia artificial puede apoyar estas actividades mediante modelos predictivos, herramientas de optimización y sistemas capaces de procesar información histórica y operativa. (Daios et al., 2025) relacionan la aplicación de inteligencia artificial con el fortalecimiento de las capacidades de decisión dentro de la cadena de suministro, mientras que (Shahzadi et al., 2024) identifican la toma de decisiones entre los aspectos asociados con su adopción.

En este contexto, la inteligencia artificial debe entenderse principalmente como una herramienta de apoyo y no necesariamente como un sustituto de las personas responsables de las decisiones logísticas. Los resultados generados por los modelos requieren ser interpretados de acuerdo con las condiciones reales de la operación, las restricciones existentes y la calidad de la información disponible.

Esta consideración también resulta relevante frente a tecnologías recientes como la inteligencia artificial generativa. Estas herramientas pueden facilitar la consulta, organización y síntesis de información, así como la generación de escenarios para apoyar determinados análisis. Sin embargo, las decisiones finales continúan requiriendo valoración de las condiciones particulares de la organización.

4.3.4 Aportes en la planificación de la demanda y la gestión de inventarios

Aunque el objetivo específico se concentra principalmente en tiempos, costos y toma de decisiones, la revisión permitió identificar que la planificación de la demanda y la gestión de inventarios tienen una relación directa con estos aspectos.
La distribución de mercancías requiere disponer de productos en las cantidades y momentos necesarios para atender los pedidos. Cuando existen diferencias importantes entre la demanda esperada y la demanda real pueden presentarse

faltantes, exceso de inventario, utilización inadecuada de la capacidad o necesidad de realizar entregas adicionales.

Las técnicas de aprendizaje automático y aprendizaje profundo permiten analizar información histórica e identificar patrones que pueden utilizarse en la elaboración de pronósticos. (Daios et al., 2025) incluyen el pronóstico de demanda entre las principales aplicaciones de inteligencia artificial identificadas en la gestión de cadenas de suministro.(Walter et al., 2025), por su parte, analizan específicamente la utilización de inteligencia artificial en la planificación de demanda y su relación con diferentes decisiones posteriores de la cadena.

La relación con la distribución se presenta debido a que una estimación más precisa de la demanda puede facilitar la planificación de inventarios y recursos. A su vez, una mejor disponibilidad de productos permite programar las entregas con mayor anticipación y disminuir la necesidad de responder de manera improvisada ante faltantes o cambios inesperados.

De esta manera, los aportes de la inteligencia artificial sobre la distribución pueden producirse de forma indirecta: una mejora en el pronóstico puede favorecer la planificación del inventario y esta, posteriormente, facilitar la programación del transporte y las entregas.

4.3.5 Aportes en la trazabilidad y capacidad de respuesta

En el primer objetivo se identificaron la trazabilidad, la visibilidad y el intercambio de información entre los retos asociados con la distribución. La inteligencia artificial puede aportar a estos aspectos cuando se integra con sistemas que recopilan información sobre pedidos, inventarios, vehículos y eventos ocurridos durante la operación.

El valor de disponer de información aumenta cuando esta puede ser analizada oportunamente. Los mecanismos de inteligencia artificial pueden apoyar la identificación de patrones o situaciones anormales, facilitando la detección de posibles retrasos, cambios en la demanda o eventos que requieran modificar una decisión previamente establecida.

La literatura reciente también relaciona las capacidades de inteligencia artificial con la posibilidad de mejorar la respuesta frente a situaciones de incertidumbre. (Daios et al., 2025) identifican aplicaciones relacionadas con la gestión de riesgos y la resiliencia de las cadenas de suministro, mientras que (Le & Behl, 2024) analizan la relación entre las capacidades asociadas con inteligencia artificial y la resiliencia de la cadena.

En los procesos de distribución, disponer de información sobre una posible demora puede permitir evaluar una nueva ruta, modificar una programación, reasignar recursos o informar oportunamente al cliente. Por tanto, el aporte de la inteligencia artificial no se encuentra solamente en recopilar información, sino en facilitar su análisis para apoyar una respuesta ante las situaciones identificadas.

4.3.6 Relación entre mecanismos de inteligencia artificial y aportes a la distribución

A partir de los mecanismos identificados en el segundo objetivo y de los aportes analizados en este apartado, se estableció la relación presentada en la Tabla 4.

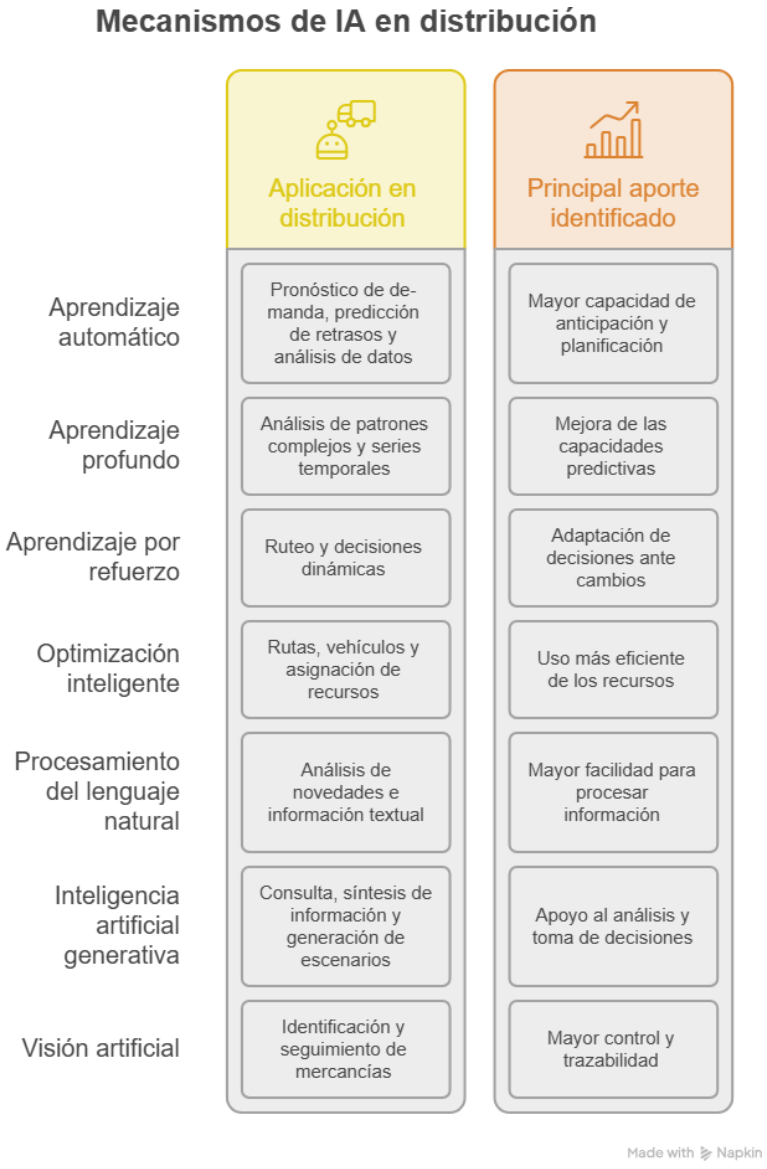

Ilustración 10. Mecanismos de inteligencia artificial aplicables a la distribución.

Los resultados muestran que no existe una relación exclusiva entre un mecanismo y un único aporte. Por ejemplo, el aprendizaje automático puede contribuir al pronóstico de demanda, pero también puede utilizarse para estimar tiempos de entrega o

identificar posibles retrasos. De igual forma, los mecanismos de optimización pueden aportar simultáneamente al control de costos, utilización de vehículos y cumplimiento de los tiempos de entrega.

Esta relación confirma que los mecanismos de inteligencia artificial deben analizarse en función del problema logístico que se pretende atender y no únicamente por sus características tecnológicas.

4.3.7 Relación entre los retos de distribución y los aportes de la inteligencia artificial

Con el propósito de integrar los resultados obtenidos hasta este punto de la monografía, se relacionaron los principales retos identificados en el primer objetivo con los mecanismos estudiados en el segundo y los aportes analizados en el tercer objetivo.



Ilustración 11. Relación entre retos, aplicaciones de inteligencia artificial y aportes a la distribución.

La relación presentada permite observar que los tres primeros objetivos se encuentran conectados. Los retos identificados en la distribución pueden ser atendidos mediante diferentes mecanismos de inteligencia artificial y estos, a su vez, pueden generar aportes sobre el desempeño de la operación. No obstante, esta relación no significa que la aplicación de una tecnología elimine automáticamente el problema identificado, debido a que sus resultados dependen de las condiciones de implementación y de las características de cada proceso.

4.3.8 Análisis de los aportes identificados en las fuentes

Para organizar los resultados obtenidos, las fuentes utilizadas en la revisión documental se clasificaron de acuerdo con los principales aportes relacionados con la distribución. Las categorías consideradas fueron tiempos de entrega, costos, toma de decisiones, planificación de demanda, gestión de inventarios, visibilidad y capacidad de respuesta.

Esta clasificación se incorporó a la matriz de revisión documental, permitiendo relacionar cada fuente con uno o varios aportes. Una misma publicación puede pertenecer a diferentes categorías cuando sus resultados comprenden más de un aspecto de la distribución.

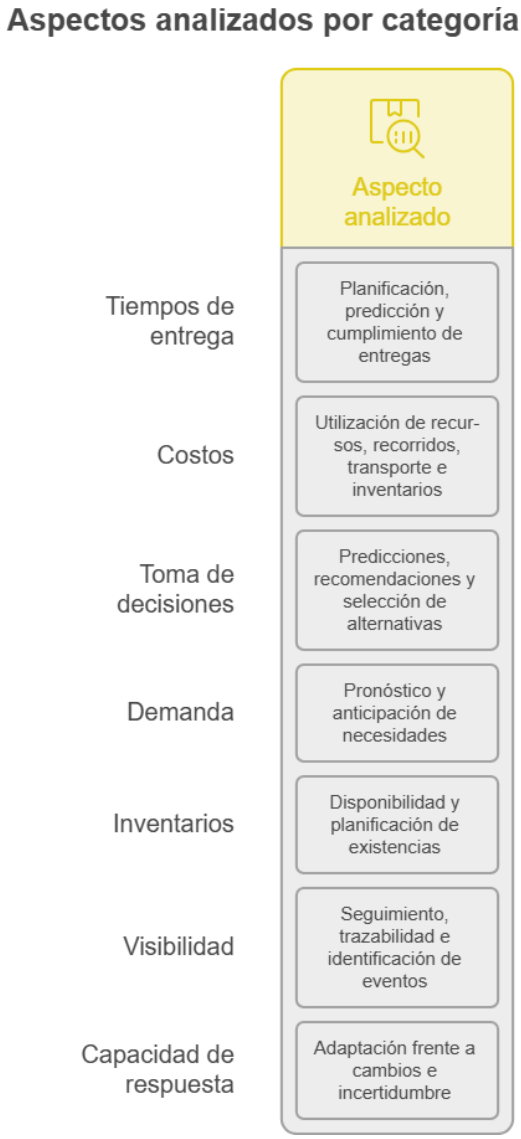

Ilustración 12. Categorías de análisis de los aportes de la inteligencia artificial.

La utilización de estas categorías permite organizar los hallazgos sin asumir que todos los estudios reportan los mismos resultados. Además, facilita posteriormente comparar la presencia de cada aporte dentro de las fuentes revisadas y establecer cuáles han recibido mayor atención en la literatura.

4.4. Beneficios y limitaciones del uso de la inteligencia artificial en la distribución logística

Para el desarrollo del cuarto objetivo específico se realizó una síntesis de los beneficios y limitaciones asociados con el uso de inteligencia artificial en los procesos logísticos y de distribución, tomando como base los resultados encontrados en las fuentes de la matriz documental y los análisis realizados en los objetivos anteriores. Los resultados obtenidos muestran que la inteligencia artificial presenta posibilidades importantes para apoyar la planificación, el análisis de información y la toma de decisiones. Sin embargo, su incorporación también requiere condiciones tecnológicas, económicas y organizacionales que pueden limitar su utilización. Por esta razón, resulta necesario analizar ambos aspectos de manera conjunta y evitar considerar la inteligencia artificial como una solución automática para los problemas de distribución.

Las revisiones recientes coinciden en esta doble perspectiva. (Teixeira et al., 2025) encuentran aplicaciones relacionadas con optimización, resiliencia y sostenibilidad, pero también identifican barreras persistentes relacionadas con calidad y gobierno de los datos, costos, integración tecnológica, disponibilidad de personal especializado y aspectos éticos (Daios, Kladovasilakis, Kelemis, & Kostavelis, 2025) también reconocen beneficios en pronóstico, eficiencia, visibilidad y capacidad de respuesta, junto con dificultades relacionadas con implementación, madurez digital, privacidad, ciberseguridad y aceptación organizacional.

4.4.1 Beneficios relacionados con la planificación y anticipación

Uno de los principales beneficios identificados corresponde a la capacidad de utilizar información histórica y operativa para anticipar situaciones que pueden afectar la

distribución. Las técnicas de aprendizaje automático y aprendizaje profundo permiten reconocer patrones y realizar predicciones relacionadas con demanda, inventarios, entregas y otras variables de la operación.

Esta capacidad puede contribuir a que las organizaciones realicen una planificación menos reactiva. En lugar de tomar decisiones únicamente después de que se presenta un problema, el análisis de información puede facilitar la identificación anticipada de determinadas necesidades y apoyar la preparación de recursos.

En distribución, esta posibilidad resulta relevante debido a que la planificación de una entrega depende de la disponibilidad de productos, vehículos, capacidad, rutas y tiempos. Una mejor estimación de la demanda puede favorecer la preparación del inventario y la programación de los recursos necesarios para atender los pedidos. (Daios et al., 2025) identifican precisamente el pronóstico de demanda, la gestión de inventarios y las redes de transporte entre las áreas en las que la inteligencia artificial presenta aplicaciones dentro de la cadena de suministro. Los autores también relacionan estas tecnologías con una mayor agilidad y capacidad de respuesta.

Por tanto, el beneficio no consiste únicamente en generar predicciones, sino en utilizar dichas predicciones como apoyo para mejorar la planificación de las actividades posteriores.

4.4.2 Beneficios en la utilización de recursos y eficiencia de la distribución

Otro beneficio se relaciona con la posibilidad de utilizar de manera más eficiente los recursos involucrados en la distribución. Los mecanismos de optimización pueden apoyar decisiones relacionadas con recorridos, vehículos, inventarios y asignación de capacidad.

Como se analizó en el tercer objetivo, una mejor planificación de rutas puede contribuir a disminuir recorridos innecesarios y aprovechar de manera más adecuada la capacidad disponible. De igual forma, una mejor coordinación entre demanda, inventarios y transporte puede reducir decisiones improvisadas que generan utilización adicional de recursos.

(Shahzadi et al., 2024), a partir de la revisión de 68 estudios, identifican resultados operacionales y económicos relacionados con la adopción de inteligencia artificial en la gestión de cadenas de suministro. Entre los aportes se encuentran la mejora de procesos, eficiencia y fortalecimiento de la toma de decisiones.

Sin embargo, estos beneficios dependen del problema analizado y de la forma en que la tecnología sea incorporada. La inteligencia artificial puede apoyar la búsqueda de alternativas más eficientes, pero el resultado final continúa condicionado por aspectos como infraestructura disponible, restricciones operativas y calidad de los datos utilizados.

4.4.3 Beneficios en la toma de decisiones

La capacidad de apoyar la toma de decisiones constituye uno de los beneficios más relevantes identificados en la literatura. (Pournader et al., 2021) clasifican las aplicaciones de inteligencia artificial en cadena de suministro alrededor de capacidades de percepción e interacción, aprendizaje y toma de decisiones.

En distribución, los responsables de la operación deben analizar constantemente información relacionada con pedidos, inventarios, vehículos, rutas, tiempos y novedades. La inteligencia artificial puede facilitar este proceso mediante el análisis de datos y la generación de predicciones o alternativas que apoyen la decisión.

Este beneficio adquiere especial importancia cuando aumenta la cantidad de información disponible. Procesar manualmente diferentes variables puede requerir mayor tiempo y dificultar la identificación de relaciones entre ellas. Los mecanismos de inteligencia artificial pueden apoyar el procesamiento de esta información y presentar resultados que faciliten su interpretación.

Esto no significa que las decisiones deban ser delegadas completamente a los sistemas. La inteligencia artificial funciona como un apoyo que debe complementarse con el conocimiento de las personas responsables de la operación. La revisión de (Teixeira et al., 2025) destaca precisamente la necesidad de avanzar hacia modelos de colaboración entre inteligencia artificial y capacidades humanas.

4.4.4 Beneficios en trazabilidad y capacidad de respuesta

La disponibilidad de información sobre lo que ocurre durante la distribución constituye otro aspecto en el que la inteligencia artificial puede generar aportes. La integración de datos provenientes de pedidos, inventarios, transporte y otros sistemas permite aumentar la capacidad para detectar situaciones que requieren atención.

La utilidad de esta información se incrementa cuando puede ser analizada para identificar posibles retrasos, desviaciones o cambios en las condiciones previstas. En estos casos, la inteligencia artificial puede apoyar la detección de patrones y facilitar una respuesta más oportuna.

(Daios et al., 2025) resaltan la importancia de la inteligencia artificial en el fortalecimiento de la visibilidad y resiliencia de las cadenas de suministro, especialmente frente a situaciones de incertidumbre y riesgo.

De esta manera, la trazabilidad no se limita a conocer la ubicación o estado de una mercancía. Su valor para la gestión aumenta cuando la información disponible permite anticipar situaciones y apoyar decisiones para responder a ellas.

4.4.5 Limitaciones relacionadas con los datos

La principal limitación identificada en la literatura corresponde a la dependencia que tienen los mecanismos de inteligencia artificial de la información utilizada. La calidad de los resultados está directamente relacionada con la disponibilidad, confiabilidad, cantidad y actualización de los datos.

Cuando los registros presentan errores, información incompleta o falta de integración entre diferentes sistemas, la capacidad de los modelos para generar resultados útiles puede disminuir. Esta situación es particularmente importante en distribución, donde la información puede provenir de diferentes áreas como ventas, inventarios, almacenamiento, transporte y atención al cliente.

(Teixeira et al., 2025) identifican los problemas de calidad y gobierno de datos entre las barreras para la incorporación efectiva de inteligencia artificial en la gestión de cadenas de suministro. La resistencia de algunos actores a compartir información también puede reducir la capacidad de los sistemas para analizar integralmente la operación.

Por esta razón, disponer de una herramienta de inteligencia artificial no resulta suficiente. La organización necesita contar previamente con procesos adecuados para recopilar, organizar, actualizar y administrar la información que será utilizada.

4.4.6 Limitaciones económicas y tecnológicas

La implementación de soluciones de inteligencia artificial puede requerir inversiones en software, infraestructura tecnológica, integración de sistemas, almacenamiento de información y mantenimiento. Estas necesidades pueden representar una barrera, especialmente para organizaciones con recursos tecnológicos limitados.

(Teixeira et al., 2025) identifican los altos costos de implementación y las dificultades para integrar las soluciones de inteligencia artificial con sistemas existentes entre las barreras encontradas en la literatura. Los sistemas heredados y los problemas de interoperabilidad pueden aumentar la complejidad de los procesos de adopción.
(Daios et al., 2025) también señalan que existen dificultades para determinar el retorno de la inversión de algunas aplicaciones de inteligencia artificial. Esto significa que una organización puede reconocer el potencial de la tecnología, pero tener dificultades para establecer anticipadamente si los beneficios obtenidos compensarán los recursos necesarios para su implementación.
Esta limitación resulta importante para la distribución logística, ya que la decisión de implementar una solución tecnológica debe considerar no solamente sus capacidades, sino también su costo, compatibilidad con los sistemas existentes y beneficio esperado.

4.4.7 Limitaciones relacionadas con el talento humano y la organización

La adopción de inteligencia artificial también requiere capacidades humanas y organizacionales. La literatura identifica la falta de personal especializado y la necesidad de desarrollar competencias digitales entre las principales dificultades para incorporar estas tecnologías.
(Daios et al., 2025) señalan que la preparación organizacional y la disponibilidad de profesionales con conocimientos adecuados constituyen factores relevantes para la

adopción. Teixeira et al. (2025) también identifican la necesidad de capacitación continua y adaptación del personal frente a la evolución tecnológica.

Esta situación implica que la transformación no puede concentrarse exclusivamente en la adquisición de herramientas. También puede requerir modificaciones en procedimientos, responsabilidades y formas de tomar decisiones.

En una operación de distribución, por ejemplo, una recomendación generada por un sistema solamente será útil si los responsables comprenden la información presentada y saben cómo incorporarla en sus decisiones. Por esta razón, la formación del personal constituye una condición necesaria para aprovechar las capacidades de estas tecnologías.

4.4.8 Limitaciones relacionadas con privacidad, seguridad y transparencia:

El uso de grandes cantidades de información también genera retos relacionados con privacidad, seguridad y utilización responsable de los datos. Algunas aplicaciones pueden requerir información de clientes, proveedores, trabajadores, vehículos o diferentes actividades de la operación.

(Daios et al., 2025) identifican entre los principales desafíos aspectos relacionados con privacidad de datos, ciberseguridad, sesgos algorítmicos, ética y falta de transparencia. (Teixeira et al., 2025) también encuentran preocupaciones relacionadas con privacidad, sesgos, confianza en los resultados de los modelos y seguridad de la información.

Estas limitaciones adquieren importancia cuando una recomendación producida por un modelo afecta decisiones operativas. Si no existe suficiente comprensión sobre la forma en que se generó un resultado, puede disminuir la confianza de los usuarios o dificultarse la identificación de posibles errores.

Por esta razón, la utilización de inteligencia artificial requiere mecanismos de supervisión y criterios que permitan verificar los resultados antes de utilizarlos en decisiones relevantes.

4.4.9 Limitaciones relacionadas con la implementación y la evidencia disponible:

Otra limitación encontrada corresponde a la diferencia entre el potencial atribuido a la inteligencia artificial y los resultados comprobados en situaciones reales.

La revisión realizada por (Teixeira et al., 2025) señala que diferentes soluciones todavía se encuentran en etapas teóricas o experimentales y presentan una implementación limitada en entornos empresariales reales. Los autores también reconocen que los resultados disponibles pueden estar condicionados por contextos sectoriales y geográficos específicos.

Esta situación implica que los beneficios encontrados en una empresa, sector o estudio no pueden trasladarse automáticamente a cualquier operación logística. Las características de la demanda, infraestructura, información disponible, tamaño de la organización y complejidad de la distribución pueden modificar los resultados obtenidos.

Por tanto, la literatura permite identificar beneficios importantes de la inteligencia artificial, pero también recomienda evaluar cada aplicación de acuerdo con las necesidades y capacidades de la organización.

4.4.10 Síntesis de beneficios y limitaciones

A partir de la revisión realizada, los principales beneficios y limitaciones pueden sintetizarse de la siguiente manera.



Ilustración 13. Categorías de análisis de los aportes de la inteligencia artificial.

La comparación permite observar que varios de los beneficios y limitaciones se encuentran directamente relacionados. La capacidad de analizar grandes cantidades de información representa un beneficio, pero al mismo tiempo aumenta la importancia de disponer de datos confiables y seguros. De igual forma, la automatización puede agilizar determinados análisis, pero requiere personas capaces de interpretar y supervisar los resultados.

Esto evidencia que la implementación de inteligencia artificial debe analizarse como un proceso que combina tecnología, información, personas y procedimientos, y no únicamente como la adquisición de una herramienta.

4.4.11 Condiciones para el aprovechamiento de la inteligencia artificial en distribución

La comparación entre beneficios y limitaciones permite identificar algunas condiciones que favorecen el aprovechamiento de la inteligencia artificial en procesos de distribución. Estas condiciones no constituyen requisitos universales, pero representan aspectos recurrentes en la literatura revisada.

En primer lugar, es necesario disponer de información suficiente y confiable. En segundo lugar, la solución tecnológica debe responder a un problema logístico claramente identificado. También resulta importante evaluar su compatibilidad con los sistemas existentes, las capacidades del personal y los recursos disponibles para su implementación y mantenimiento.

Asimismo, las organizaciones deben considerar aspectos relacionados con seguridad, privacidad y supervisión de los resultados. (Daios et al., 2025) destacan la importancia de incrementar la madurez digital de las organizaciones, mientras que (Teixeira et al., 2025) plantean como líneas relevantes la colaboración entre personas

e inteligencia artificial, la transparencia de los modelos y una adecuada integración tecnológica.

Por tanto, el aprovechamiento de estas tecnologías depende tanto de las capacidades de los mecanismos de inteligencia artificial como de la preparación de la organización para utilizarlos.

RESULTADOS

A partir de la revisión bibliográfica y documental se obtuvieron resultados relacionados con los cuatro objetivos específicos planteados en la monografía. El análisis permitió identificar los principales retos presentes en los procesos de distribución de mercancías, reconocer los mecanismos y herramientas de inteligencia artificial relacionados con estos procesos, establecer sus principales aportes sobre la eficiencia logística y sintetizar los beneficios y limitaciones asociados con su utilización.

Los resultados fueron obtenidos mediante la clasificación y análisis de las fuentes incluidas en la matriz de revisión documental. Debido a que una misma publicación puede abordar diferentes problemas, tecnologías o aportes, las categorías establecidas no son excluyentes y una fuente puede encontrarse relacionada con más de un resultado.

5.1 Resultados del objetivo específico 1: retos asociados con la distribución de mercancías.

Los retos identificados en la revisión documental guardan relación entre sí y pueden afectar diferentes actividades de la distribución de mercancías. Liu et al. (2023) y Arenas Bossa et al. (2024) abordan problemas relacionados con la planificación de rutas, mientras que Feng et al. (2024) y Walter et al. (2025) estudian aspectos asociados con la variabilidad de la demanda y la gestión de inventarios. Por otra parte, Kalaiarasan et al. (2022) y Agrawal et al. (2024) destacan la importancia de contar con información sobre el estado de las operaciones para facilitar su seguimiento y apoyar la toma de decisiones.

Butt y Alghababsheh (2023) también señalan dificultades operativas que pueden presentarse ante situaciones imprevistas y afectar el funcionamiento de los centros de distribución. Esto muestra que los problemas logísticos no dependen únicamente del transporte, sino también de la disponibilidad de inventarios, la coordinación de actividades y el acceso oportuno a la información.

En Colombia, la Encuesta Nacional Logística 2024 presenta información sobre los costos de las operaciones logísticas y la participación del transporte dentro de estos (Departamento Nacional de Planeación, 2025). Estos datos permiten complementar los estudios revisados y reconocer que los costos de distribución también representan un aspecto relevante para las empresas del país.

A partir de los siete retos identificados, en los siguientes objetivos se examinan los mecanismos de inteligencia artificial que pueden aplicarse a la distribución de mercancías y sus posibles aportes en aspectos como los tiempos de entrega, los costos y la toma de decisiones.

Para el análisis inicial de las 20 fuentes se obtuvo la siguiente distribución:

Reto identificado	Fuentes relacionadas
Planeación y optimización de rutas	11
Costos de transporte y distribución	12
Inventarios y variabilidad de la demanda	10
Cumplimiento de tiempos de entrega	9
Trazabilidad y visibilidad	11
Coordinación e intercambio de información	12
Incertidumbre y capacidad de respuesta	9

Tabla 4. Frecuencia de los retos logísticos identificados en la revisión documental.

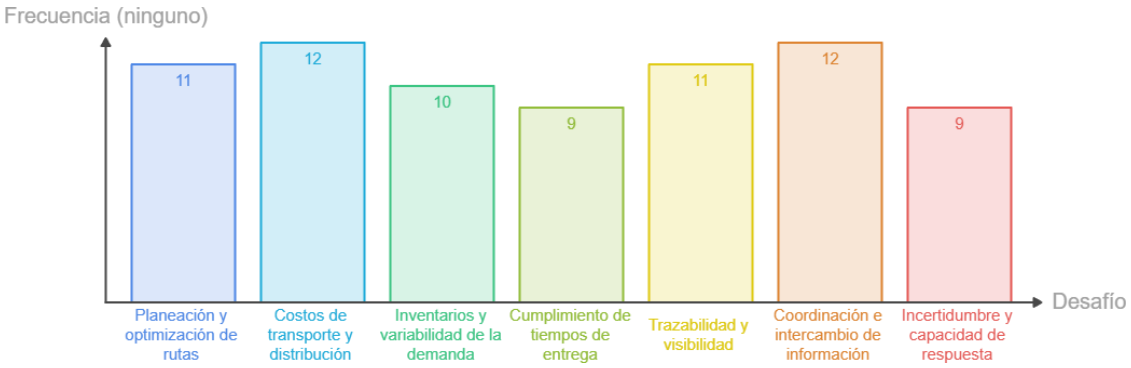

Ilustración 14. Frecuencia de los retos logísticos identificados en la revisión documental.

Los resultados muestran una mayor presencia de los costos de transporte y distribución y la coordinación e intercambio de información, identificados en 12 de las 20 fuentes analizadas. Les siguen la planeación y optimización de rutas y la trazabilidad y visibilidad, presentes en 11 fuentes, mientras que los aspectos relacionados con inventarios y variabilidad de la demanda se identificaron en 10. Finalmente, el cumplimiento de tiempos de entrega y la incertidumbre y capacidad de respuesta estuvieron presentes en 9 fuentes.

Estas frecuencias no representan una clasificación de importancia de los retos, sino su presencia dentro de la literatura analizada. Los resultados evidencian, además, que las dificultades de la distribución se encuentran relacionadas entre sí. Una planificación inadecuada de rutas puede generar mayores tiempos y costos; una baja visibilidad puede dificultar la reacción frente a retrasos; y los errores en la estimación de la demanda pueden afectar simultáneamente los inventarios, la programación de vehículos y el cumplimiento de las entregas.

Otro resultado relevante consiste en que los problemas de distribución no se concentran únicamente en el movimiento físico de las mercancías. La presencia de

categorías como coordinación, intercambio de información, trazabilidad y capacidad de respuesta evidencia la importancia que tiene la gestión de información para el desempeño de las operaciones.

En consecuencia, el primer objetivo permitió establecer una base de siete retos principales sobre los cuales posteriormente se analizaron las posibilidades de aplicación de la inteligencia artificial.

5.2 Resultados del objetivo específico 2: mecanismos y herramientas de inteligencia artificial.

El segundo resultado corresponde a la identificación de los principales mecanismos de inteligencia artificial relacionados con los procesos logísticos y de distribución. A partir de la revisión documental se establecieron **siete mecanismos principales**:

1. aprendizaje automático (*machine learning*);
2. aprendizaje profundo (*deep learning*);
3. aprendizaje por refuerzo;
4. algoritmos de optimización y metaheurísticas vinculados con inteligencia artificial;
5. procesamiento del lenguaje natural;
6. inteligencia artificial generativa;
7. visión artificial.

El aprendizaje automático presenta una aplicación transversal debido a su utilización en actividades como pronóstico de demanda, clasificación, predicción y análisis de información. El aprendizaje profundo amplía estas capacidades cuando se requiere analizar grandes volúmenes de datos o relaciones de mayor complejidad, mientras que el aprendizaje por refuerzo se relaciona especialmente

con problemas en los cuales las decisiones pueden ajustarse de acuerdo con cambios en las condiciones de operación.

Los algoritmos de optimización y las metaheurísticas vinculadas con inteligencia artificial presentan una relación especialmente importante con la planificación de rutas y la asignación de recursos. Por otra parte, el procesamiento del lenguaje natural y la inteligencia artificial generativa amplían las posibilidades de interacción, consulta y procesamiento de información, mientras que la visión artificial presenta aplicaciones relacionadas con identificación, inspección, seguimiento y control.

El análisis permitió establecer, además, que estos mecanismos generalmente no operan de manera aislada, sino que pueden incorporarse a herramientas y sistemas utilizados en la gestión logística. En este sentido, se identificaron aplicaciones relacionadas con sistemas de gestión de transporte con funcionalidades de IA, sistemas de gestión de almacenes con capacidades de análisis inteligente, plataformas de optimización de rutas, sistemas de pronóstico y herramientas de seguimiento y trazabilidad.

Por tanto, el principal resultado del segundo objetivo no consiste solamente en identificar tecnologías, sino en establecer la relación entre mecanismo de inteligencia artificial, proceso logístico y aplicación tecnológica.

Mecanismo	Principales aplicaciones relacionadas con distribución
Aprendizaje automático	Pronóstico, predicción, clasificación y análisis de datos
Aprendizaje profundo	Análisis de patrones complejos y grandes volúmenes de información

Aprendizaje por refuerzo	Ruteo y decisiones dinámicas
Optimización y metaheurísticas vinculadas con IA	Rutas, asignación de vehículos y recursos
Procesamiento del lenguaje natural	Análisis y consulta de información textual
Inteligencia artificial generativa	Síntesis de información, generación de escenarios y apoyo a decisiones
Visión artificial	Identificación, inspección, seguimiento y trazabilidad

Tabla 5. Mecanismos de inteligencia artificial identificados.

Los mecanismos de inteligencia artificial se relacionan con las revisiones generales R01–R03, R09–R11; la planificación de demanda con R12; y el aprendizaje por refuerzo aplicado a rutas con R13.

5.3. Resultados del objetivo específico 3: aportes de la inteligencia artificial a la distribución.

El tercer objetivo permitió establecer que los aportes de la inteligencia artificial a la distribución se concentran principalmente en la capacidad para anticipar situaciones, mejorar la planificación, utilizar de manera más eficiente los recursos y apoyar la toma de decisiones.

En relación con los tiempos de entrega, se identificaron aportes asociados con la planificación y ajuste de rutas, predicción de condiciones y programación anticipada de recursos. Estas aplicaciones pueden facilitar una mayor capacidad para organizar las entregas y responder frente a cambios presentados durante la operación.

Respecto a los costos, los aportes se relacionan principalmente con la planificación de recorridos, utilización de vehículos, gestión de inventarios y asignación de recursos. El resultado no implica que la implementación de inteligencia artificial genere automáticamente una reducción determinada del costo, sino que proporciona mecanismos para evaluar alternativas y utilizar información que puede apoyar decisiones orientadas a una operación más eficiente.

En la toma de decisiones, la principal contribución identificada corresponde a la posibilidad de procesar información histórica y operativa para generar predicciones, identificar patrones y comparar alternativas. Esto puede facilitar la respuesta de los responsables de la distribución ante situaciones que involucran múltiples variables. También se identificaron aportes complementarios en pronóstico de demanda, gestión de inventarios, trazabilidad, visibilidad y capacidad de respuesta. Estos elementos se encuentran relacionados con los tres aspectos principales del objetivo, debido a que una mejor planificación de la demanda puede facilitar la disponibilidad de inventarios, mientras que una mayor visibilidad puede favorecer la identificación y respuesta ante posibles retrasos.

Dimensión	Aportes identificados
Tiempos de entrega	Planificación de rutas, predicción y ajuste de operaciones
Costos	Mejor utilización potencial de vehículos, recorridos, inventarios y recursos
Toma de decisiones	Análisis de información, predicción y evaluación de alternativas
Demanda	Mayor capacidad para anticipar necesidades
Inventarios	Apoyo a la planificación de existencias
Trazabilidad y visibilidad	Seguimiento e identificación de eventos
Capacidad de respuesta	Anticipación y adaptación frente a cambios

Tabla 6., Principales aportes de la inteligencia artificial identificados.

Trazabilidad de la Tabla 6. Para los aportes potenciales en rutas y distribución se remite a R13, R14 y R20; para demanda e inventarios, a R11–R12 y R14; y para visibilidad e intercambio de información, a R15–R17. La relación se establece según el aporte consignado en la matriz.

Los resultados evidencian que los aportes no se producen de manera independiente. Por el contrario, existe una relación entre ellos: una mayor precisión en el pronóstico puede mejorar la planificación del inventario; una mejor disponibilidad de productos puede facilitar la programación de entregas; y una planificación adecuada puede contribuir al control de tiempos y recursos.

Por tanto, el resultado principal de este objetivo consiste en establecer que la inteligencia artificial puede contribuir a la eficiencia de la distribución mediante una combinación de capacidades de predicción, planificación, optimización y apoyo a decisiones, y no únicamente mediante la automatización de actividades.

5.4 Resultados del objetivo específico 4: beneficios y limitaciones de la inteligencia artificial.

El cuarto objetivo permitió contrastar los beneficios identificados con las principales limitaciones reportadas en la literatura. Como resultado, se estableció que la aplicación de inteligencia artificial en distribución presenta oportunidades importantes, pero su aprovechamiento depende de las condiciones tecnológicas, humanas y organizacionales existentes.

Entre los principales **beneficios** se identificaron una mayor capacidad para analizar información, anticipar necesidades, apoyar la planificación, optimizar recursos, fortalecer la trazabilidad y facilitar la toma de decisiones. Estos beneficios se

relacionan directamente con los retos identificados en el primer objetivo y con los mecanismos analizados en el segundo.

Por otra parte, las principales limitaciones corresponden a la calidad y disponibilidad de datos, costos de implementación, integración con sistemas existentes, necesidad de personal capacitado, madurez tecnológica de las organizaciones, privacidad y seguridad de la información, transparencia de los modelos y necesidad de supervisión humana.

Dimensión	Beneficios	Limitaciones
Planificación	Mayor capacidad de anticipación y pronóstico	Dependencia de información suficiente y confiable
Tiempos	Apoyo a programación, rutas y respuesta ante cambios	Resultados condicionados por las condiciones reales de operación
Costos	Mejor utilización potencial de recursos	Inversión e incertidumbre sobre retorno
Toma de decisiones	Análisis de información y evaluación de alternativas	Necesidad de interpretación y supervisión humana
Inventarios y demanda	Anticipación de necesidades	Dependencia de la calidad de los datos
Trazabilidad	Mayor capacidad de seguimiento	Necesidad de integración tecnológica
Talento humano	Apoyo a las actividades de gestión	Necesidad de capacitación y competencias digitales
Información	Procesamiento de grandes volúmenes de datos	Privacidad, ciberseguridad, sesgos y transparencia

Tabla 7. Beneficios y limitaciones identificados.

Trazabilidad de la Tabla 7. La discusión de condiciones de adopción y limitaciones se apoya temáticamente en R06–R08; la capacidad de respuesta y resiliencia, en R04 y R08; y las posibilidades de aplicación, en R01–R03 y R10–R11. Los beneficios se presentan como aportes identificados en la literatura, condicionados por datos, integración y capacidades organizacionales.

Los resultados muestran que algunos beneficios y limitaciones constituyen dos perspectivas de una misma condición. Por ejemplo, la capacidad para procesar grandes cantidades de información representa un beneficio, pero depende directamente de la disponibilidad y calidad de los datos. De manera similar, la automatización y el apoyo a las decisiones pueden mejorar la capacidad de respuesta, pero requieren supervisión humana y personal preparado para interpretar los resultados.

En consecuencia, la inteligencia artificial no puede considerarse una solución independiente de la gestión logística. Su aprovechamiento depende de la interacción entre datos, tecnología, procesos y personas.

5.5 Integración de los resultados obtenidos

La integración de los cuatro objetivos permitió establecer una secuencia entre los problemas identificados en la distribución y las posibilidades que ofrece la inteligencia artificial.

Reto de distribución	Mecanismos de IA relacionados	Aporte esperado	Condición o limitación

Planeación de rutas	Optimización, ML y aprendizaje por refuerzo	Mejor planificación y ajuste de recorridos	Calidad de datos e integración de información
Costos de distribución	Optimización y analítica predictiva	Mejor utilización de recursos	Inversión y evaluación del retorno
Inventarios y demanda	ML y deep learning	Pronóstico y planificación	Disponibilidad y calidad de datos históricos
Tiempos de entrega	ML, optimización y aprendizaje por refuerzo	Predicción y ajuste de entregas	Información oportuna y condiciones reales de operación
Trazabilidad y visibilidad	ML y visión artificial	Seguimiento y detección de eventos	Integración tecnológica y disponibilidad de datos
Coordinación e información	NLP e IA generativa	Procesamiento y acceso a información	Seguridad, confiabilidad y supervisión humana
Incertidumbre	ML, analítica predictiva y aprendizaje por refuerzo	Anticipación y capacidad de respuesta	Madurez tecnológica y capacidad organizacional

Tabla 8. Integración de los resultados de la monografía.

Trazabilidad de la Tabla 8. La integración reto–mecanismo–aporte–condición reúne hallazgos documentales ya desarrollados: retos de distribución (R13–R21 y R23–R25, según categoría), mecanismos de IA (R01–R03 y R09–R13) y factores de implementación (R06–R08).

Esta integración constituye uno de los principales resultados de la monografía, debido a que permite relacionar los hallazgos obtenidos en cada objetivo. Los problemas identificados en la distribución presentan diferentes posibilidades de apoyo mediante mecanismos de inteligencia artificial; sin embargo, el aprovechamiento de estas tecnologías se encuentra condicionado por la calidad de la información, la infraestructura disponible, la capacidad de integración y las competencias de las personas responsables de utilizarlas.

De esta manera, los resultados muestran que la principal contribución de la inteligencia artificial a los procesos de distribución se encuentra en su capacidad para transformar datos en información útil para anticipar situaciones, planificar recursos, evaluar alternativas y apoyar decisiones. Su aplicación puede contribuir a mejorar la eficiencia logística, pero los resultados dependen de las características particulares de cada organización y de las condiciones bajo las cuales se implemente la tecnología.

CONCLUSIONES

A partir de la revisión bibliográfica y documental realizada, se concluye que la aplicación de la inteligencia artificial en los procesos de distribución de mercancías presenta oportunidades para apoyar la eficiencia logística, principalmente mediante el análisis de información, la predicción, la optimización de recursos y el apoyo a la toma de decisiones. Los resultados obtenidos permiten responder de manera articulada a los cuatro objetivos específicos planteados en la monografía.

En relación con el primer objetivo específico, se identificaron siete retos principales asociados con la distribución de mercancías: planeación y optimización de rutas; costos de transporte y distribución; gestión de inventarios y variabilidad de la demanda; cumplimiento de tiempos de entrega; trazabilidad y visibilidad; coordinación e intercambio de información; e incertidumbre y capacidad de respuesta. El análisis permitió establecer que estos retos no se presentan de manera independiente, debido a que las decisiones relacionadas con rutas, vehículos, inventarios, información y tiempos se encuentran conectadas. Por tanto, una dificultad en alguno de estos componentes puede generar efectos sobre los costos, el nivel de servicio y la capacidad de respuesta de la operación.

Respecto al segundo objetivo específico, la revisión permitió identificar siete mecanismos principales de inteligencia artificial relacionados con los procesos de distribución: aprendizaje automático (machine learning), aprendizaje profundo (deep learning), aprendizaje por refuerzo, algoritmos de optimización y metaheurísticas vinculados con inteligencia artificial, procesamiento del lenguaje natural, inteligencia artificial generativa y visión artificial. Estos mecanismos pueden incorporarse en sistemas de pronóstico, plataformas de analítica predictiva, herramientas de optimización de rutas, sistemas de gestión de transporte y almacenamiento con

funcionalidades de IA, soluciones de trazabilidad y herramientas inteligentes de apoyo a la gestión.

El análisis de estos mecanismos también permitió establecer que no existe una relación exclusiva entre una tecnología y un proceso logístico. Un mismo mecanismo puede apoyar diferentes actividades y una solución tecnológica puede integrar varios mecanismos de inteligencia artificial. Esta característica resulta especialmente relevante en la distribución, debido a la relación existente entre pronóstico de demanda, disponibilidad de inventarios, planificación de rutas, asignación de vehículos, seguimiento de las operaciones y cumplimiento de las entregas.

En cuanto al tercer objetivo específico, se estableció que los principales aportes de la inteligencia artificial a la optimización de la distribución se relacionan con la planificación, predicción y toma de decisiones. En los tiempos de entrega, las contribuciones se asocian con la planificación y ajuste de rutas, la anticipación de necesidades y la programación de recursos. Respecto a los costos, los aportes se relacionan con una mejor utilización potencial de vehículos, recorridos, inventarios y otros recursos involucrados en la distribución. En la toma de decisiones, los mecanismos de inteligencia artificial permiten procesar información, identificar patrones y evaluar alternativas que pueden facilitar una respuesta más oportuna ante las condiciones de la operación.

Asimismo, se identificó que los aportes de la inteligencia artificial se extienden a la planificación de la demanda, gestión de inventarios, trazabilidad, visibilidad y capacidad de respuesta. Estos resultados permiten concluir que su contribución a la eficiencia logística no depende únicamente de la automatización de actividades.

Su principal potencial se encuentra en fortalecer la capacidad de las organizaciones para anticipar, planificar, decidir y responder a partir de la información disponible. En relación con el cuarto objetivo específico, la revisión permitió establecer que los beneficios asociados con la inteligencia artificial se concentran en una mayor capacidad de pronóstico y planificación, utilización de información para apoyar decisiones, optimización de recursos, trazabilidad y capacidad de respuesta. Sin embargo, estos beneficios se encuentran acompañados por limitaciones relacionadas con la calidad y disponibilidad de los datos, costos de implementación, integración con sistemas existentes, disponibilidad de personal capacitado, madurez tecnológica, privacidad y seguridad de la información, transparencia de los modelos y necesidad de supervisión humana.

La relación entre beneficios y limitaciones evidencia que la incorporación de inteligencia artificial no depende exclusivamente de la disponibilidad de una herramienta tecnológica. Su aprovechamiento requiere una relación adecuada entre datos, tecnología, procesos y personas. En consecuencia, una organización puede disponer de soluciones avanzadas, pero sus resultados pueden verse limitados cuando existen deficiencias en la información, baja integración entre sistemas o insuficientes capacidades para interpretar y utilizar los resultados obtenidos.

De manera general, los resultados permiten concluir que la inteligencia artificial constituye una alternativa de apoyo para enfrentar diferentes retos de la distribución logística, pero no representa una solución automática. Los resultados dependen del tipo de aplicación, las características de la operación, la disponibilidad y calidad de la información y la forma en que la tecnología se integra con los procesos organizacionales. Esta consideración resulta especialmente importante al interpretar los beneficios reportados en la literatura y evita generalizar resultados obtenidos en contextos particulares.

Finalmente, el análisis desarrollado permite responder al objetivo general de la monografía, al establecer que los mecanismos de inteligencia artificial aplicados a los procesos de distribución pueden contribuir a la eficiencia logística mediante capacidades de predicción, optimización, análisis de información y apoyo a la toma de decisiones. Su mayor aporte se presenta cuando estas capacidades se orientan a necesidades concretas de la distribución y se integran adecuadamente con los recursos, sistemas y conocimientos existentes en la organización. En este sentido, la inteligencia artificial debe entenderse como una herramienta complementaria a la gestión logística y al criterio humano, cuyo valor depende de su aplicación responsable y de las condiciones bajo las cuales sea utilizada.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que futuros trabajos continúen el estudio de la inteligencia artificial aplicada a la logística mediante casos prácticos en empresas, donde sea posible evaluar herramientas relacionadas con pronóstico de demanda, gestión de inventarios, optimización de rutas y seguimiento de entregas. Esto permitiría complementar la revisión documental realizada en esta monografía con resultados obtenidos en situaciones reales y medir indicadores como tiempos de entrega, costos, distancias recorridas y utilización de vehículos.

También se recomienda que las empresas interesadas en implementar inteligencia artificial realicen inicialmente un diagnóstico de sus procesos y de la calidad de la información disponible. La selección de una herramienta debe partir de una necesidad logística concreta y considerar aspectos como disponibilidad de datos, costos, infraestructura tecnológica y capacitación del personal, teniendo en cuenta que la inteligencia artificial funciona como apoyo para la toma de decisiones y requiere supervisión humana.

Finalmente, desde el ámbito académico se recomienda fortalecer el aprendizaje mediante ejercicios, simulaciones y prácticas con herramientas de análisis de datos e inteligencia artificial aplicadas a la logística. Estos espacios pueden permitir que los estudiantes desarrollen competencias para analizar información, realizar pronósticos, evaluar rutas y tomar decisiones, además de generar nuevos proyectos de grado orientados a validar los beneficios y limitaciones identificados en esta monografía.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Agrawal, T. K., Kalaiarasan, R., Olhager, J., & Wiktorsson, M. (2024). Supply chain visibility: A Delphi study on managerial perspectives and priorities. International Journal of Production Research, 62(8), 2927–2942. https://doi.org/10.1080/00207543.2022.2098873

Arango Palacio, I. C. (2021). Oportunidades para la transformación digital de la cadena de suministro del sector bananero basado en software con inteligencia artificial. Revista Politécnica, 17(33), 47–63. https://doi.org/10.33571/rpolitec.v17n33a4

Arenas Bossa, N., Gómez Gómez, V., Morante Venera, J., & Salas Navarro, K. (2024). A vehicle routing model to optimize the distribution process in a dairy supply chain: Case of the Department of Bolivar in Colombia. Procedia Computer Science, 251, 795–800. https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.11.187

Butt, A. S., & Alghababsheh, M. (2023). COVID-19 and distribution centres operations: The impacts and countermeasures. Heliyon, 9(7), e18000. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18000

Chopra, S. (2019). Supply chain management: Strategy, planning, and operation (7th ed.). Pearson.

Comi, A., & Hriekova, O. (2024). Managing last-mile urban freight transport through emerging information and communication technologies: A systemic literature review. Transportation Research Procedia, 79, 162–169. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2024.03.023

Consejo Privado de Competitividad & Universidad del Rosario. (2023). Índice Departamental de Competitividad 2023.

Culot, G., Podrecca, M., & Nassimbeni, G. (2024). Artificial intelligence in supply chain management: A systematic literature review of empirical studies and research directions. Computers in Industry, 162, 104132. https://doi.org/10.1016/j.compind.2024.104132

Daios, A., Kladovasilakis, N., Kelemis, A., & Kostavelis, I. (2025). AI applications in supply chain management: A survey. Applied Sciences, 15(5), 2775. https://doi.org/10.3390/app15052775

Departamento Nacional de Planeación. (2020). Documento CONPES 3982: Política Nacional Logística. Gobierno de Colombia.

Departamento Nacional de Planeación. (2025). Encuesta Nacional Logística 2024.

Ferreira, B., & Reis, J. (2023). A systematic literature review on the application of automation in logistics. Logistics, 7(4), 80. https://doi.org/10.3390/logistics7040080

Feng, Y., Che, A., & Tian, N. (2024). Robust inventory routing problem under uncertain demand and risk-averse criterion. Omega, 127, 103082. https://doi.org/10.1016/j.omega.2024.103082

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

Jackson, I., Ivanov, D., Dolgui, A., & Namdar, J. (2024). Generative artificial intelligence in supply chain and operations management: A capability-based framework for analysis and implementation. International Journal of Production Research, 62(17), 6120–6145. https://doi.org/10.1080/00207543.2024.2309309

Janinhoff, L., Klein, R., Sailer, D., & Schoppa, J. M. (2024). Out-of-home delivery in last-mile logistics: A review. Computers & Operations Research, 168, 106686. https://doi.org/10.1016/j.cor.2024.106686

Kalaiarasan, R., Olhager, J., Agrawal, T. K., & Wiktorsson, M. (2022). The ABCDE of supply chain visibility: A systematic literature review and framework.

International Journal of Production Economics, 248, 108464. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108464

Le, T. T., & Behl, A. (2024). Linking artificial intelligence and supply chain resilience: Roles of dynamic capabilities mediator and open innovation moderator. IEEE Transactions on Engineering Management, 71, 8577–8590. https://doi.org/10.1109/TEM.2023.3348274

Liu, Y., Ye, Q., Escribano-Macias, J., Feng, Y., Candela, E., & Angeloudis, P. (2023). Route planning for last-mile deliveries using mobile parcel lockers: A hybrid Q-learning network approach. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 177, 103234. https://doi.org/10.1016/j.tre.2023.103234

Min, H. (2010). Artificial intelligence in supply chain management: Theory and applications. International Journal of Logistics Research and Applications, 13(1), 13–39. https://doi.org/10.1080/13675560902736537

Naz, F., Kumar, A., Majumdar, A., & Agrawal, R. (2022). Is artificial intelligence an enabler of supply chain resiliency post COVID-19? Operations Management Research, 15, 378–398. https://doi.org/10.1007/s12063-021-00208-w

Pournader, M., Ghaderi, H., Hassanzadegan, A., & Fahimnia, B. (2021). Artificial intelligence applications in supply chain management. International Journal of Production Economics, 241, 108250. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108250

Riahi, Y., Saikouk, T., Gunasekaran, A., & Badraoui, I. (2021). Artificial intelligence applications in supply chain: A descriptive bibliometric analysis and future research directions. Expert Systems with Applications, 173, 114702. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.114702

Shahzadi, G., Jia, F., Chen, L., & John, A. (2024). AI adoption in supply chain management: A systematic literature review. Journal of Manufacturing

Technology Management, 35(6), 1125–1150. https://doi.org/10.1108/JMTM-09-2023-0431

Soto Escobedo, E., Pérez Gratelly, J., Espinoza Barrientos, R., & Dueñas Dueñas, A. G. (2024). Integración de tecnologías emergentes en la gestión logística. Business Innova Sciences, 5(3), 81–108. https://doi.org/10.5281/zenodo.13844970

Teixeira, A. R., Ferreira, J. V., & Ramos, A. L. (2025). Intelligent supply chain management: A systematic literature review on artificial intelligence contributions. Information, 16(5), 399. https://doi.org/10.3390/info16050399

Toorajipour, R., Sohrabpour, V., Nazarpour, A., Oghazi, P., & Fischl, M. (2021). Artificial intelligence in supply chain management: A systematic literature review. Journal of Business Research, 122, 502–517. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.09.009

Walter, A., Ahsan, K., & Rahman, S. (2025). Application of artificial intelligence in demand planning for supply chains: A systematic literature review. The International Journal of Logistics Management, 36(3), 672–719. https://doi.org/10.1108/IJLM-02-2024-0120

Wang, G., Gunasekaran, A., Ngai, E. W. T., & Papadopoulos, T. (2016). Big data analytics in logistics and supply chain management: Certain investigations for research and applications. International Journal of Production Economics, 176, 98–110. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.03.014

ANEXOS

Anexo 1. Matriz documental general. Se entrega juntamente con el informe final.