

Madrid



COMILLAS
UNIVERSIDAD PONTIFICIA



Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales
ICADE

OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE LOGÍSTICA Y DISTRIBUCIÓN MEDIANTE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Autor: Alejandra Arroyo Alonso-Villalobos
Director: David Hernández García

MADRID | Diciembre 2024

Índice de la memoria

Capítulo 1. Introducción	3
1.1 Introducción al empleo de la inteligencia artificial en la optimización de los procesos empresariales.....	3
1.2 Motivación del proyecto	5
1.3 Objetivo del proyecto.....	5
1.4 Metodología de trabajo.....	6
Capítulo 2. Fundamentos Teóricos.....	9
2.1 Introducción a la Inteligencia Artificial.....	9
2.1.1 Definición y concepto.....	9
2.1.2 Aplicaciones de la Inteligencia Artificial	11
2.2 Optimización de procesos empresariales	13
2.2.1 Optimización del proceso de logística y distribución.....	13
2.3 Métodos tradicionales de optimización.....	14
2.3.1 Principales métodos tradicionales.....	14
2.3.2 Ventajas y limitaciones.....	15
2.4 Implementación de la Inteligencia Artificial en procesos empresariales.....	16
2.4.1 Aplicaciones y beneficios de la IA en procesos empresariales.....	16
2.4.2 Desafíos y consideraciones	18
Capítulo 3. Casos de estudio	21
3.1 Amazon.....	21
3.1.1 Fases del proceso de logística y distribución de Amazon	22
3.1.2 Estudio de los factores de análisis del proceso de Amazon.....	23

3.2	Inditex.....	24
3.2.1	Fases del proceso de logística y distribución de Inditex	26
3.2.2	Estudio de los factores de análisis del proceso de Inditex	27
3.3	DHL	28
3.3.1	Fases del proceso de logística y distribución de DHL.....	29
3.3.2	Estudio de los factores de análisis del proceso de DHL	30
Capítulo 4. Análisis de resultados y discusión.....		31
4.1	Empleo de la inteligencia artificial en la optimización de los procesos de logística y distribución de los casos de estudio	31
4.1.1	Amazon.....	31
4.1.2	Inditex.....	35
4.1.3	DHL	39
4.2	Herramientas de inteligencia artificial empleadas en la optimización de los casos de estudio	43
Capítulo 5. Análisis de riesgos		47
5.1	Riesgos operativos.....	47
5.2	Riesgos éticos	48
5.3	Riesgos de sesgo.....	49
Capítulo 6. Conclusiones y recomendaciones		51
6.1	Conclusiones en base a los objetivos propuestos	51
6.2	Limitación del estudio y direcciones futuras.....	52
6.3	Recomendaciones para la implementación de la Inteligencia Artificial en entornos empresariales.....	53
Capítulo 7. Objetivos de Desarrollo Sostenible		54
Capítulo 8. Declaración de Uso de Herramientas de Inteligencia Artificial Generativa		55
Capítulo 9. Bibliografía.....		57

Índice de figuras

Figura 1. Rendimiento económico de la Inteligencia Artificial por regiones [16]	17
Figura 2. Adopción de la inteligencia artificial por sectores [16]	18
Figura 3. Logo Amazon [18]	21
Figura 4. Proceso logístico de Amazon [23]	23
Figura 5. Logo Inditex [28]	24
Figura 6. Proceso logístico de Inditex [33]	27
Figura 7. Logo DHL [37].....	28
Figura 8. Proceso logístico de DHL [39]	30
Figura 9. Objetivos de Desarrollo Sostenible [49]	54

Índice de tablas

Tabla 1. Aplicaciones de la inteligencia artificial en Amazon.....	35
Tabla 2. Aplicaciones de la inteligencia artificial en Inditex.....	38
Tabla 3. Aplicaciones de la inteligencia artificial en DHL	43
Tabla 4. Herramientas de optimización.....	44
Tabla 5. Análisis de riesgos	50

Capítulo 1. INTRODUCCIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN AL EMPLEO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS EMPRESARIALES

Según la RAE, se define inteligencia como la “capacidad de entender, comprender o resolver problemas” [1]. Del mismo modo, la RAE define artificial como “hecho por mano o arte del hombre” o “no natural, falso” [2]. De este modo, la inteligencia artificial (IA) se refiere a la capacidad de las máquinas, creadas por los humanos, de imitar la inteligencia humana, llevando a cabo tareas que normalmente requieren el pensamiento humano. Estas tareas pueden incluir el aprendizaje, la resolución de problemas, la percepción visual, el reconocimiento del lenguaje y la toma de decisiones.

La inteligencia artificial abarca una amplia gama de técnicas y enfoques, como el aprendizaje automático o la robótica, y su objetivo es desarrollar sistemas que puedan realizar tareas de manera automatizada y autónoma, mejorando la eficiencia y la precisión.

Algunas de las aplicaciones básicas de la inteligencia artificial que están creciendo en la actualidad, según el libro sobre inteligencia artificial escrito por Lasse Rouhiainen [3] son:

- *Reconocimiento de imágenes estratégicas:* esto implica el empleo de algoritmos de Machine Learning para analizar y comprender imágenes.
- *Mejoras del desempeño de la estrategia algorítmica comercial:* esto supone una ayuda en la mejora de la rentabilidad y la competitividad de las empresas en sus operaciones financieras.
- *Mantenimiento predictivo:* se emplean técnicas de aprendizaje automático (Machine Learning) para predecir los posibles fallos de los equipos.

- *Detección y clasificación de objetos:* este campo de estudio se centra en desarrollar sistemas con el fin de identificar objetos en imágenes o videos.
- *Distribución de contenido en redes sociales:* se trata de optimizar la forma en la que se presenta el contenido en las redes sociales.
- *Protección contra amenazas de seguridad cibernética:* se centra en detectar, prevenir y extinguir los ataques cibernéticos.

Según economipedia, “un proceso empresarial es aquel movimiento eficiente de recursos financieros, técnicos y humanos que en conjunto dan funcionamiento a una organización con estructura de empresa” [4]. De este modo, un proceso empresarial se podría describir como una serie de actividades relacionadas entre sí que lleva a cabo una organización para lograr un resultado específico, como la producción de un producto o la gestión de un servicio. Estos procesos se diseñan con el propósito de mejorar tanto la eficiencia como la calidad de los productos, a la vez que reducir costes y satisfacer las necesidades de los clientes.

En la RAE, se define optimizar como “buscar la mejor manera de realizar una actividad” [5]. De este modo, la optimización de los procesos empresariales se corresponde con el enfoque estratégico proporcionado por las empresas con el fin de mejorar la eficiencia y las operaciones de una organización. Con la llegada de la inteligencia artificial, se ha abierto una puerta que ofrece grandes oportunidades en la mejora de la eficiencia y automatización de las operaciones.

En este proyecto, se estudiará como la inteligencia artificial ayuda en la optimización de los procesos empresariales de producción, distribución y gestión del inventario, y que técnicas se podrían emplear en el futuro para mejorar la eficiencia de las grandes corporaciones.

1.2 MOTIVACIÓN DEL PROYECTO

El fenómeno de la inteligencia artificial ha experimentado un notable ascenso en los últimos años, no solo limitándose a las herramientas online, tales como el ampliamente conocido Chat GPT o las técnicas de Machine Learning, sino que se ha extendido hacia herramientas que posibilitan la optimización de los procesos empresariales. De esta manera, las empresas han sido capaces de mejorar tanto su eficacia operativa como su efectividad y de reducir sus costes operacionales.

Este proyecto de investigación surge como respuesta al crecimiento exponencial de las herramientas de inteligencia artificial, planteándose con el propósito de identificar estrategias y metodologías para la aplicación de dichas herramientas en la mejora de los procesos logística y distribución, con el fin último de obtener mejores resultados para las empresas.

En este contexto, se llevará a cabo un análisis detallado de tres empresas de renombre mundial: Amazon, Inditex y DHL. Este análisis se enfocará en investigar los métodos convencionales empleados por estas empresas para la optimización de sus procesos empresariales, para luego proponer mejoras futuras basadas en el empleo de herramientas de inteligencia artificial.

En definitiva, este proyecto de investigación pretende ayudar a contribuir en la búsqueda y desarrollo de nuevas técnicas de inteligencia artificial que permitan una optimización más eficaz de los procesos empresariales relacionados con la logística y distribución.

1.3 OBJETIVO DEL PROYECTO

El objetivo principal de este trabajo de investigación se centrará en investigar el papel de la Inteligencia Artificial (IA) en la mejora de la optimización de los procesos empresariales de logística y distribución. Se estudiarán, mediante una extensiva búsqueda bibliográfica,

las diversas técnicas y aplicaciones de la IA que pueden ser implementadas en estos procesos para aumentar su eficiencia y su eficacia, y disminuir sus costes de operación.

El estudio se centrará en identificar soluciones innovadoras que puede proporcionar la IA contra los desafíos específicos a los que se enfrentan las organizaciones en la optimización de estos procesos. Se investigarán tres casos de estudio, Amazon, Inditex y DHL, en los que se comprobará como la inteligencia artificial ayuda en la optimización exitosa de procesos empresariales similares.

Además, se propondrán distintas recomendaciones y estrategias para la implementación de la inteligencia artificial en los procesos empresariales de logística y distribución.

En definitiva, el objetivo final de este trabajo de investigación es proporcionar una visión clara sobre cómo la inteligencia artificial puede mejorar significativamente las operaciones en el mundo empresarial, permitiendo alcanzar mayores niveles de eficiencia, reducir costes y mantener una ventaja frente al entorno competitivo.

1.4 METODOLOGÍA DE TRABAJO

En primer lugar, se realizará una extensiva búsqueda bibliográfica relacionada con la aplicación de Inteligencia Artificial en la optimización de procesos empresariales. Esto ayudará a comprender el estado actual de la investigación y los resultados obtenidos hasta ahora.

En segundo lugar, se realizará un análisis detallado en el que se expondrán los desafíos a los que se enfrentan las grandes organizaciones en la optimización de los procesos de logística y distribución.

Seguidamente, se seleccionarán los casos de estudio relevantes que se emplearán en el análisis de las soluciones de éxito que ofrece la IA en la optimización de procesos empresariales similares. Las empresas que se estudiarán son Amazon, Inditex y DHL.

Finalmente, se llevará a cabo un análisis de resultados obtenidos en relación con los objetivos de estudio, conclusiones y recomendaciones. En estos apartados se discutirán las implicaciones prácticas encontradas y se ofrecerán recomendaciones para la futura implementación de la inteligencia artificial en el entorno empresarial.



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES (ICADE)
GRADO EN ADMINISTRACIÓN Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS

INTRODUCCIÓN

Capítulo 2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 INTRODUCCIÓN A LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

En este apartado, se comentarán los aspectos básicos de la inteligencia artificial, así como sus principales aplicaciones. Toda la información mencionada está sacada de los artículos “La Nueva Inteligencia Artificial” [6] y “Una mirada a la Inteligencia Artificial” [7].

2.1.1 DEFINICIÓN Y CONCEPTO

La inteligencia artificial es un campo de la informática que busca crear máquinas capaces de realizar determinadas tareas que requieren de inteligencia humana. Algunos ejemplos de estas tareas podrían ser la resolución de problemas o el razonamiento.

La creación de la inteligencia artificial se remonta a la antigua Grecia, reflejada en la mitología griega donde se puede apreciar el interés humano por crear seres inteligentes artificiales.

Existen muchas formas diferentes de definir la Inteligencia Artificial. A continuación, se mencionan algunas de ellas:

- *Los sistemas que piensan como humanos:* se enfocan en la reproducción de los procesos que requieren de pensamiento humano.
- *Sistemas de pensamiento racional:* están enfocados en la imitación de pensamiento lógico y racional.
- *Los sistemas que parecen humanos:* estos son capaces de completar tareas de manera comparable a la de los humanos.
- *Los sistemas que actúan racionalmente:* están diseñados para realizar tareas de manera eficiente y óptima utilizando la lógica y el análisis racional.

Un gran avance en el concepto de la inteligencia artificial surgió con la aparición de los ordenadores programables, ya que consistían en máquinas inteligentes capaces de proporcionar información relevante al usuario. Estas máquinas eran capaces de realizar tareas complejas con modelos matemáticos, lo que demuestra su potencial para la resolución problemas.

El verdadero desafío de la inteligencia artificial fue realizar tareas que resultan ser fáciles para el ser humano pero complejas de describir formalmente, como el reconocimiento facial en imágenes o el reconocimiento de palabras habladas. De este modo, el mayor desafío para la inteligencia artificial consiste en replicar las habilidades perceptivas y motoras.

Existen dos enfoques esenciales de la inteligencia artificial: la inteligencia artificial simbólica y la no simbólica. La simbólica se basa en la lógica matemática y en la manipulación de representaciones lingüísticas en sistemas basados en agentes lógicos, y la no simbólica se centra en la creación de modelos predictivos a partir de grandes conjuntos de datos. El método no simbólico ha demostrado ser más efectivo en la resolución de problemas en el mundo real.

En los últimos años, ha habido un gran avance en las herramientas de inteligencia artificial. Mediante el empleo de modelos que pueden adaptarse a nuevas tareas se ha conseguido mejorar la eficiencia del desarrollo de la Inteligencia Artificial.

De este modo, se puede afirmar que la Inteligencia Artificial no tiene la intención de reemplazar por completo a la inteligencia humana, sino que tiene la intención de mejorar la capacidad humana para resolver problemas específicos de manera más eficiente, reduciendo así la probabilidad de que los humanos cometan errores.

Aunque los avances en la inteligencia artificial han supuesto un gran cambio en la tecnología, muchos de estos logros se deben en mayor medida a la disponibilidad de

grandes cantidades de datos y a la mejora del poder de los ordenadores que a la aparición de nuevos desarrollos teóricos.

Unos aspectos muy importantes para tener en cuenta son los desafíos éticos y legales que presenta el empleo de la inteligencia artificial. Estos pueden incluir la responsabilidad en la toma de decisiones automatizadas, de modo que se pueda asegurar que la inteligencia artificial se desarrolle y aplique de manera que proteja los valores fundamentales de la sociedad.

2.1.2 APLICACIONES DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

La inteligencia artificial presenta una amplia gama de aplicaciones ya que se usa en muchos campos, como la medicina en el diagnóstico de enfermedades, la industria automotriz en el desarrollo de coches autónomos y el entretenimiento ofreciendo recomendaciones personalizadas.

Algunas de las aplicaciones prácticas más interesantes que presenta la inteligencia artificial son:

- *Detección de Malware:* la inteligencia artificial se usa de manera proactiva para identificar y neutralizar amenazas de software malicioso, también conocido como Malware.
- *Finanzas:* en este sector, la inteligencia artificial mejora la eficiencia de los procesos ya que se encarga de predecir las tendencias del mercado, gestionar los riesgos y automatizar las transacciones.
- *Los sistemas expertos:* estos sistemas imitan el comportamiento de expertos humanos en áreas específicas, como medicina, ingeniería y finanzas, permitiendo tomar decisiones basadas en una gran cantidad de datos y reglas predefinidas.

- *Robótica*: la robótica utiliza en la inteligencia artificial para crear robots capaces de realizar tareas complejas de manera autónoma, como la manufactura de las materias primas o la exploración espacial.
- *El procesamiento del lenguaje natural (PLN)*: este es utilizado en asistentes virtuales, traducción automática y análisis de sentimientos, y permite a las máquinas comprender, interpretar y responder al lenguaje humano de manera coherente.
- *Visión por ordenador*: esta aplicación ayuda a las máquinas a entender y comprender el contenido de imágenes y videos. Es comúnmente utilizada en seguridad, medicina (análisis de imágenes médicas) y vehículos autónomos.
- *El aprendizaje automático*: este permite que las máquinas puedan aprender de los datos y mejoren su desempeño con el tiempo. Esto se puede usar en campos como la detección de fraudes, la predicción de enfermedades y las recomendaciones personalizadas.

Estas aplicaciones demuestran que la Inteligencia Artificial es una tecnología clave que está cambiando muchas industrias, mejorando los procesos y creando nuevas oportunidades para el desarrollo y la innovación tecnológica.

Del mismo modo, las herramientas técnicas más empleadas en el desarrollo de la inteligencia artificial son:

- *TensorFlow*: es un marco de trabajo creado por Google que ayuda a los desarrolladores a crear modelos de machine learning, entre otros.
- *Keras*: es una API (Interfaz de Programación de Aplicaciones) de redes neuronales de alto nivel que se escribe en Python y se puede ejecutar sobre TensorFlow, lo que permite la creación rápida de prototipos.

- *PyTorch*: es un marco de trabajo desarrollado por Facebook que es conocido por su facilidad de uso, particularmente para el desarrollo e investigación de modelos de inteligencia artificial.

2.2 OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS EMPRESARIALES

2.2.1 OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE LOGÍSTICA Y DISTRIBUCIÓN

La logística juega un papel fundamental en la experiencia del cliente y en el éxito empresarial al garantizar que los productos lleguen a tiempo y en las condiciones adecuadas. Implica actividades como adquisición de materiales, almacenamiento, transporte, embalaje y gestión de inventarios. Aunque a menudo se confunde con la cadena de suministro, la logística se centra en la parte que está bajo control directo de la empresa [8].

Para las pequeñas y medianas empresas, especialmente en comercio electrónico, optimizar la logística es esencial para reducir costos, mantenerse competitivas y mejorar la eficiencia. Esto puede lograrse mediante el uso de tecnología avanzada, como la inteligencia artificial, que permite prever demandas, automatizar inventarios, mejorar el diseño de almacenes y optimizar rutas de transporte. Minimizar el embalaje también contribuye a reducir costos y aumentar la sostenibilidad [8].

La gestión logística estratégica incluye las "Siete R": entregar el producto adecuado, en la cantidad, lugar, tiempo, condiciones y costos correctos, al cliente adecuado. Cumplir con estos principios ayuda a las empresas a ser más competitivas.

Subcontratar servicios logísticos, a través de modelos como los de DHL, puede ser una solución viable para negocios pequeños, permitiendo acceso a redes de distribución eficientes y reduciendo la complejidad operativa. Una logística eficiente no solo mejora la rentabilidad, sino también la percepción y lealtad de los clientes hacia la empresa [8].

2.3 MÉTODOS TRADICIONALES DE OPTIMIZACIÓN

Para aumentar la eficiencia de una organización, la optimización de los procesos empresariales resulta ser un tema fundamental para tener en cuenta. En este apartado se destacarán los principios fundamentales, beneficios y desventajas de los métodos tradicionales de optimización de procesos.

2.3.1 PRINCIPALES MÉTODOS TRADICIONALES

La “Reingeniería de Procesos de Negocio” (BPR) es una técnica de reorganización radical que tiene como objetivo mejorar los factores de rendimiento esenciales, como velocidad, costo, calidad y servicio. Este enfoque requiere un rediseño de los procesos comerciales para lograr mejoras significativas en aspectos importantes del rendimiento de la organización. Un estudio indica que BPR ha sido ampliamente utilizado con éxito en una variedad de industrias, incluidas la manufacturera y los servicios [9].

Otro de los métodos tradicionales es el “Lean Management”, basado en los principios de Toyota. Este se enfoca en la eliminación de desperdicios y en la mejora continua. Los métodos Lean, como los mapas de flujo de valor Kanban y Kaizen, ayudan a identificar y eliminar tareas que no agregan valor. Se ha demostrado que este método es efectivo para aumentar la eficiencia y reducir los costos operativos [10].

“Seis Sigma” es una metodología basada en datos que reduce la variabilidad en los procesos comerciales para mejorar la calidad. Identifica y elimina las causas de los errores y reduce la variabilidad utilizando herramientas estadísticas y técnicas de gestión de proyectos. La metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) es utilizada en los proyectos Seis Sigma para resolver problemas complicados y mejorar los procesos existentes [9].

El “Balanced Scorecard” (BSC) es una herramienta para la gestión estratégica que traduce la visión y la estrategia de una organización en un conjunto coherente de medidas de

desempeño. Los principales componentes del BSC son las perspectivas financieras, del cliente, de procesos internos y de aprendizaje y crecimiento. Es normalmente utilizado para monitorear el desempeño y alinear las actividades comerciales con la estrategia organizacional [11].

2.3.2 VENTAJAS Y LIMITACIONES

Las ventajas y limitaciones que presentan los métodos tradicionales de optimización de los procesos empresariales han sido obtenidas del artículo “*11 Advantages & 9 Disadvantages of Traditional Project Management*” [12].

Entre las ventajas, destacan:

- Mejoras significativas: técnicas como BPR y Seis Sigma pueden contribuir significativamente a la eficiencia y la calidad.
- Enfoque estructurado: las herramientas como Lean y Seis Sigma ofrecen un enfoque estructurado para la resolución de problemas y la mejora continua.
- Alineación estratégica: el BSC facilita la alineación de las operaciones diarias con la estrategia a largo plazo de la organización.

Entre las limitaciones, destacan:

- Implementación compleja: métodos como BPR pueden requerir cambios organizacionales significativos, y su implementación es frecuentemente complicada y costosa.
- Resistencia al cambio: los empleados que están acostumbrados a los procesos actuales pueden oponerse al cambio.
- Foco en áreas específicas: Lean y Seis Sigma pueden mejorar procesos específicos, pero no pueden abordar todas las operaciones de la empresa.

En este capítulo, se ha demostrado que los métodos convencionales de optimización de procesos empresariales, como la Reingeniería de Procesos de Negocios, Lean Management, Seis Sigma y Balanced Scorecard, pueden mejorar el rendimiento de una organización. Sin embargo, su implementación puede ser difícil y enfrentar cambios. A pesar de estas limitaciones, estos métodos siguen siendo fundamentales en la gestión de procesos empresariales, consiguiendo de esta manera un enfoque estructurado para alcanzar mejoras significativas en eficiencia y calidad.

2.4 IMPLEMENTACIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN PROCESOS EMPRESARIALES

La inteligencia artificial (IA) ha revolucionado los procesos empresariales al permitir la optimización de múltiples operaciones y la innovación de modelos de negocio. A continuación, se presenta un resumen de los beneficios y desafíos que conlleva implementar la IA en los procesos empresariales.

2.4.1 APLICACIONES Y BENEFICIOS DE LA IA EN PROCESOS EMPRESARIALES

La Inteligencia Artificial puede impulsar la innovación en los modelos de negocios. Un artículo titulado *“Implementation of Artificial Intelligence (AI): A Roadmap for Business Model Innovation”* afirma que para utilizar la Inteligencia Artificial es necesario un entendimiento profundo de las capacidades organizacionales necesarias para la transformación digital. Algunas de las acciones sugeridas son la comprensión del modelo de negocio actual, el desarrollo de habilidades para implementar la IA y la aceptación organizacional del desarrollo de competencias internas (MDPI) [13].

Por otro lado, un artículo titulado *“Artificial Intelligence-Based Methods for Business Processes: A Systematic Literature Review”* señala cómo las técnicas basadas en Inteligencia Artificial, como K-means, redes bayesianas e inteligencia de enjambre, pueden automatizar

tareas y ayudar en la toma de decisiones asertivas en el diseño y reingeniería de procesos empresariales. En este contexto, la IA presenta la capacidad de aprender de grandes cantidades de datos y manejarlos [14].

La IA puede crear nuevas ventajas competitivas si se integra en las estrategias de negocios e IT. El artículo *“Investigating the Influence of Artificial Intelligence on Business Value in the Digital Era of Strategy: A Literature Review”* habla sobre cómo la IA puede mejorar los flujos de valor empresarial al utilizar las capacidades analíticas avanzadas (MDPI) para facilitar la toma de decisiones basadas en datos y optimizar las operaciones [15].

En la Figura 1, se puede observar un gráfico obtenido del informe titulado *“Impacto económico de la Inteligencia Artificial”* [16], donde se recogen los rendimientos empresariales derivados de la inteligencia artificial por regiones desde el año 2015 hasta el año 2024.

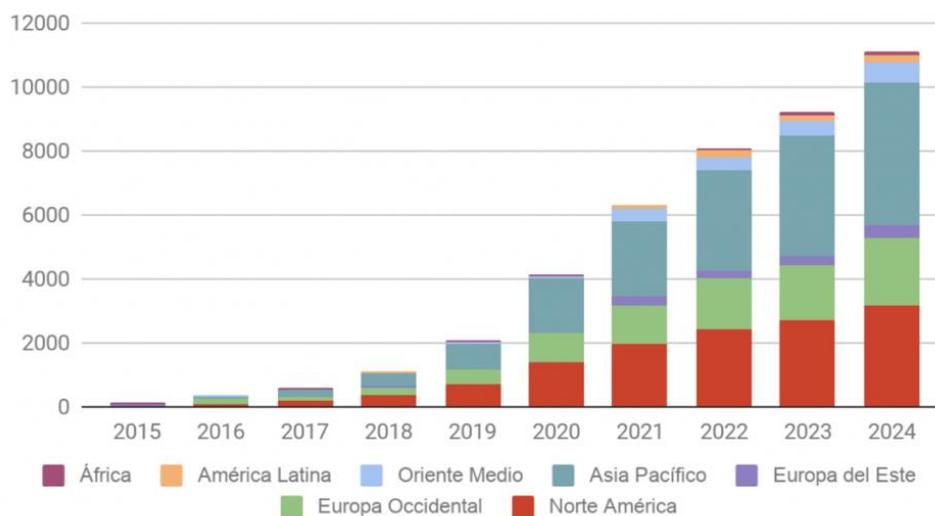


Figura 1. Rendimiento económico de la Inteligencia Artificial por regiones [16]

En este gráfico (Figura 1), se puede observar cómo los rendimientos generados por el empleo de la inteligencia artificial en distintas regiones han ido aumentando exponencialmente a lo largo de los años, situando a Norte América como líder en el empleo

de estas nuevas tecnologías. En 2024, se espera que los rendimientos totales superen los 12,000 millones de dólares, teniendo presencia en mayor parte de las regiones representadas.

Además, en la Figura 2 se observa un gráfico que representa el nivel de adopción de la inteligencia artificial por los distintos sectores empresariales. En este, el sector de transporte y logística se encuentra situado en el centro con tendencia a liderar, de modo que este sector todavía presenta margen de mejora en cuanto al empleo de herramientas de inteligencia artificial en sus operaciones.

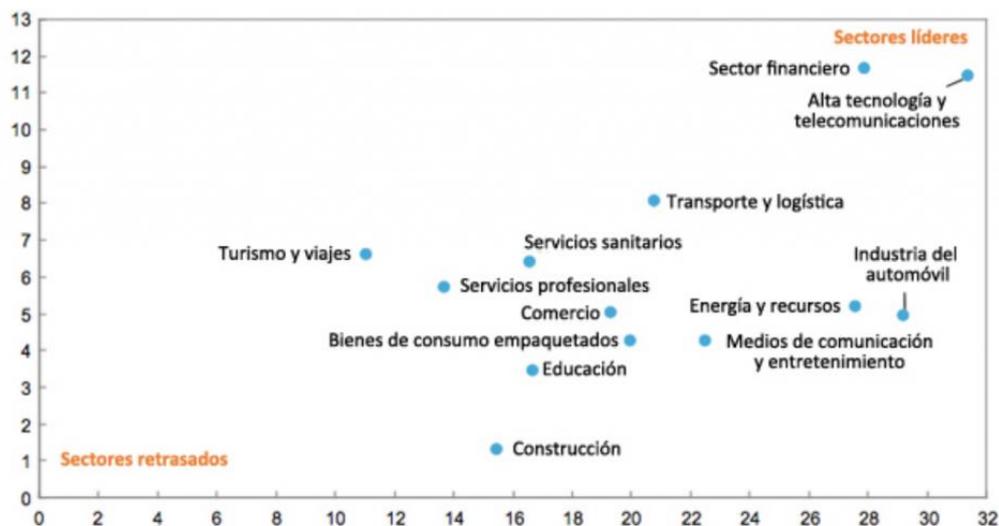


Figura 2. Adopción de la inteligencia artificial por sectores [16]

2.4.2 DESAFÍOS Y CONSIDERACIONES

Entre los grandes desafíos que presenta la implementación de las técnicas de Inteligencia Artificial en los procesos empresariales, destacan: los siguientes aspectos.

Uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta es la adopción de la IA dentro de la organización. Los proyectos de IA (MDPI) pueden fracasar si no tienen el apoyo adecuado de la alta dirección y una cultura organizacional receptiva a la innovación tecnológica [13].

Por otro lado, las empresas deben crear una serie de capacidades técnicas para integrar la Inteligencia Artificial de manera efectiva. Además, deben ser adaptables para adaptarse rápidamente a los cambios en el mercado y en las tecnologías [14].

Por último, a pesar de sus ventajas, la implementación de la IA presenta problemas en la gestión y organización de los recursos. La gestión de estos recursos en entornos dinámicos es un tema recurrente de investigación y requiere atención estratégica continua [15].

Capítulo 3. CASOS DE ESTUDIO

En este capítulo, se llevará a cabo un estudio de las diferentes técnicas de optimización del proceso de producción de tres grandes empresas, como son Amazon, Inditex y DHL.

3.1 AMAZON

Amazon (Figura 3) empezó siendo una librería en línea fundada por Jeff Bezos desde su garaje en Seattle en 1994. Destacó rápidamente en el mercado del comercio electrónico gracias a su enfoque en la satisfacción del cliente. Con el tiempo, se amplió gradualmente su catálogo de música, electrónica, ropa y servicios de streaming y almacenamiento, lo que aumentó significativamente su clientela y crecimiento [17].



Figura 3. Logo Amazon [18]

Algunos grandes desarrollos como el Kindle de 2007 y adquisiciones estratégicas como Whole Foods y Twitch han sido fundamentales para su crecimiento. Amazon actualmente sigue siendo una de las mayores empresas globales, liderando la computación en la nube con AWS (Amazon Web Services) y lanzando productos innovadores como el Amazon Echo con Alexa [19].

Para maximizar la eficiencia y reducir el desperdicio, Amazon ha optado por emplear los principios de “Just-in-Time (JIT)” y “Lean Manufacturing”. Estos métodos se enfocan en la mejora continua de los procesos y la reducción de inventarios innecesarios, lo que permite una respuesta rápida a las demandas del mercado y una reducción de los costos operativos.

La investigación sobre gestión de inventarios y manufactura eficiente ha sido la base para esta implementación [20] [21].

El enfoque Six Sigma se aplica para mejorar la eficiencia y la calidad de los procesos. Para garantizar altos niveles de precisión y consistencia en sus servicios, Amazon emplea Six Sigma con el fin de identificar y eliminar posibles defectos en sus operaciones.

3.1.1 FASES DEL PROCESO DE LOGÍSTICA Y DISTRIBUCIÓN DE AMAZON

Amazon, en los últimos años, ha optimizado sus procesos comerciales con un enfoque en la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente. La empresa mejora continuamente sus operaciones mediante el uso de tecnologías emergentes y tradicionales [22].

Las fases del proceso logístico de Amazon son las siguientes [22]:

1. *Recepción de pedidos:* Cuando un cliente realiza un pedido, Amazon recibe la información en tiempo real.
2. *Procesamiento de pedidos:* El pedido es procesado y preparado para su envío.
3. *Almacenamiento:* El pedido se guarda en un centro de distribución o almacén cercano.
4. *Transporte:* El pedido se transporta al almacén más cercano al cliente para facilitar la entrega.
5. *Entrega final:* El pedido es entregado al cliente.

La etapa de última milla se corresponde con el proceso de entrega del pedido al cliente final. Las fases de la logística de última milla de Amazon son las siguientes [22]:

1. *Transporte propio:* En algunos países, como Estados Unidos, Amazon utiliza su propia flota de vehículos para realizar las entregas directamente.

2. *Transportistas externos*: En otras áreas, la empresa contrata transportistas externos para asegurar la entrega eficiente de los productos.
3. *Entrega a domicilio*: Dependiendo de la región, Amazon ofrece servicios de entrega directamente en el hogar del cliente.

En la Figura 4, se pueden observar las fases del proceso de logística y distribución de Amazon.



Figura 4. Proceso logístico de Amazon [23]

3.1.2 ESTUDIO DE LOS FACTORES DE ANÁLISIS DEL PROCESO DE AMAZON

En Amazon, los desafíos en la gestión de los procesos de logística y distribución incluyen los siguientes aspectos [24]:

- *Complejidad de la cadena de suministro*: en la cadena de suministro de Amazon intervienen múltiples proveedores, centros de distribución y canales de entrega, por lo que se pueden llegar a producir retrasos en la entrega de productos o errores en la gestión del inventario.
- *Demanda impredecible*: existen fluctuaciones en la demanda de los consumidores, lo que puede llegar a ocasionar la pérdida de clientes y puede resultar en costes adicionales.

- *Gestión del inventario*: el exceso de inventario puede llegar a generar costes adicionales, mientras que la falta de inventario puede resultar en pérdidas.
- *Logística y transporte*: retrasos en las entregas, problemas con el transporte o ineficiencias en las rutas.
- *Tecnología obsoleta*: la falta de visibilidad en tiempo real de los productos puede dificultar la gestión eficiente de la logística del almacén.

Otro factor importante en el análisis es el coste del proceso que se pretende optimizar. En este caso, el coste de logística de amazon se sitúa entre los 3.25\$ y los 203.65\$, dependiendo del tamaño del paquete [25].

Además, un estudio de Amazon [26] revela que más del 33% de las PYMEs españolas que utilizan la inteligencia artificial en la optimización de sus procesos empresariales, afirman que la inteligencia artificial facilita la búsqueda de los productos deseados por sus clientes, mejorando la atracción de los clientes y su satisfacción en el proceso de compra. Además, este estudio detalla cómo el 85% de estas empresas reportan mejoras significativas en sus operaciones al empezar a utilizar regularmente la inteligencia artificial en sus negocios.

3.2 INDITEX

En 1963, Amancio Ortega fundó un pequeño taller de confección llamado GOA. Más adelante, en 1975, se inaugura la primera tienda Zara en A Coruña y posteriormente en 1985 se funda la firma Inditex (Figura 5), que consiste en la suma de todas las sociedades mencionadas [27].



INDITEX

Figura 5. Logo Inditex [28]

Esta firma fue creciendo rápidamente, llegando a tener entre 1988 y 1990 reconocimiento en países internacionales con la apertura de tiendas en Oporto, Nueva York y París.

Entre 1991 y 1999, se unieron nuevas marcas al grupo Inditex: Pull&Bear, Massimo Dutti, Bershka y Stradivarius. Posteriormente se unió la marca Oysho al grupo y a su vez se inauguró en Arteixo la nueva sede central de esta compañía. Otra de las marcas conocidas actualmente del grupo Inditex es Zara Home, inaugurada en 2003, llevando la marca a un nuevo terreno [27].

Con el auge de las nuevas tecnologías, entre 2007 y 2017 se digitalizaron estas marcas elaborando páginas web donde las personas podrían comprar sus productos desde la distancia. De este modo, estas marcas se llegaron a convertir en destinos de referencia para sus compradores [27].

En 2021, Óscar García Maceiras asume el cargo de consejero delegado y Marta Ortega Pérez asume el cargo de presidenta no ejecutiva [27].

Inditex destaca por su modelo de integración vertical, que le permite controlar todas las etapas de producción y distribución, desde el diseño hasta la venta al por menor. Inditex puede reducir los tiempos de respuesta y adaptarse rápidamente a las demandas del mercado gracias a este control completo de la cadena de suministro. Esta estrategia de integración vertical es esencial para la agilidad de la cadena de suministro de Inditex, ya que permite la renovación constante de inventarios y la reducción de los ciclos de producción [29].

La implementación de tecnologías avanzadas es otro pilar clave en la optimización de los procesos empresariales de Inditex. La empresa utiliza sistemas de gestión de inventarios en tiempo real, análisis de big data y tecnologías de automatización en sus centros logísticos. Estos sistemas permiten a Inditex monitorear y gestionar eficientemente sus inventarios, optimizar las rutas de distribución y mejorar la precisión en la predicción de la demanda. Además, el uso de RFID (identificación por radiofrecuencia) en sus productos mejora la trazabilidad y gestión de stock, facilitando una rápida reposición en las tiendas [30].

Una de las principales ventajas competitivas de Inditex es su capacidad para crear y fabricar nuevas colecciones en un tiempo récord. Este método, llamado “moda rápida” (fast fashion), permite a la empresa lanzar nuevas colecciones de dos a cuatro semanas, mucho más rápido que el promedio de la industria [31].

3.2.1 FASES DEL PROCESO DE LOGÍSTICA Y DISTRIBUCIÓN DE INDITEX

Como se puede observar en la Figura 6, el proceso de logística y distribución de Inditex se compone de los siguientes aspectos [32]:

1. *Recepción*: puede realizarse directamente desde contenedores adaptados de prendas colgadas o de forma paletizada con la ayuda de transportadores.
2. *Stock (silos)*: Inditex emplea silos automatizados para guardar sus prendas.
3. *Reparto* (preparación de pedidos): empleo de tecnología RFID para agilizar la preparación y el control de los pedidos.
4. *Expedición*: los pedidos se distribuyen a las tiendas mediante transporte terrestre, aéreo o marítimo.

En la Figura 6, se pueden observar las fases del proceso de logística y distribución de Inditex.



Figura 6. Proceso logístico de Inditex [33]

3.2.2 ESTUDIO DE LOS FACTORES DE ANÁLISIS DEL PROCESO DE INDITEX

En Inditex, los desafíos en cuanto a los procesos de logística y distribución podrían comprender los siguientes aspectos:

- *Demanda impredecible*: esto puede llegar a suponer un riesgo de acumulación de inventario no vendido.
- *Dependencia tecnológica*: la implementación de tecnologías como RFID necesita de mantenimiento constante y actualizaciones. Un fallo en este sentido puede ocasionar problemas con la trazabilidad de inventarios.

En cuanto a los costes de las operaciones, Inditex consiguió reducir estos costes operativos en un 7% en 2021, comparado con 2019. Este logro es debido a la gestión eficiente de su cadena de suministro y sobre todo al empleo de tecnologías como RFID para la optimización de sus inventarios [34].

Según el artículo titulado “Inditex tira de a inteligencia artificial para predecir la demanda, gestionar stocks y potenciar el buscador web” [35], Inditex en los últimos años ha optado por la implementación de la inteligencia artificial en operaciones como la gestión y predicción de la demanda, en la automatización logística desarrollando tecnologías de inducción automática o en sistemas avanzados de gestión como es el empleo de las tecnologías RFID para rastrear prendas.

3.3 DHL

DHL (Figura 7) fue fundada en 1969 por Adrian Dalsey, Larry Hillblom y Robert Lynn. Hoy en día, es la empresa líder mundial en el sector de la logística, con 600.000 empleados operando en más de 220 países y territorios. En 2023, el Grupo DHL generó ingresos de 81.800 millones de euros [36].



Figura 7. Logo DHL [37]

DHL Group opera bajo dos grandes marcas: *DHL* y *Deutsche Post*. Ofrece servicios como envío de correspondencia y paquetería, mensajería exprés, transporte de carga, gestión de la cadena de suministro y soluciones logísticas para el comercio electrónico [36].

Con su plan "Strategy 2030 - Accelerate sustainable growth," la empresa busca potenciar su crecimiento a través de iniciativas en todas sus divisiones y áreas de negocio [36].

El Grupo DHL está integrado por expertos internacionales en logística, cadena de suministro, tecnología y recursos humanos. Además, se enfoca en la sostenibilidad,

creando alianzas sólidas y fomentando el desarrollo profesional en sus equipos globales [36].

3.3.1 FASES DEL PROCESO DE LOGÍSTICA Y DISTRIBUCIÓN DE DHL

El proceso logístico de DHL es clave en su cadena de suministro global, destacándose por su precisión y eficacia en la gestión de envíos internacionales. Este sistema comprende varias etapas diseñadas para asegurar la entrega eficiente y segura [38]:

1. *Recepción de mercancías:* Las mercancías llegan a los centros de distribución de DHL, donde se verifica su información y se asigna un código único de seguimiento.
2. *Clasificación y etiquetado:* Los paquetes se organizan según destino y características, etiquetándose con códigos que facilitan su identificación en cada etapa.
3. *Almacenamiento temporal:* Algunos envíos son almacenados temporalmente para optimizar su transporte y posterior distribución.
4. *Carga en transporte:* Las mercancías se cargan en aviones, camiones o barcos, con una logística que maximiza el espacio y garantiza la seguridad.
5. *Transporte y seguimiento:* Durante el traslado, los envíos son rastreados en tiempo real mediante sistemas avanzados.
6. *Entrega final:* Al llegar al destino final, los paquetes se distribuyen localmente gracias a la red global de socios de DHL.

Este proceso asegura rapidez, seguridad y eficiencia en la entrega de envíos a cualquier parte del mundo, consolidando a DHL como referente en logística internacional [38].

En la Figura 8, se pueden observar las fases del proceso de logística y distribución de DHL.



Figura 8. Proceso logístico de DHL [39]

3.3.2 ESTUDIO DE LOS FACTORES DE ANÁLISIS DEL PROCESO DE DHL

La temporada de demanda alta supone un gran desafío en el entorno de las operaciones logísticas para DHL. Esto es debido en su gran mayoría al aumento de la demanda de los consumidores. Este gran desafío se encuentra ligado con los siguientes factores [40]:

- *Automatización:* empleo de herramientas de inteligencia artificial y personalización de las entregas con el objetivo de mejorar la eficiencia y la satisfacción del cliente final.
- *Sostenibilidad:* compromiso de cumplir con la meta de cero emisiones para 2050, optimización de rutas y empleo de embalajes sostenibles.
- *Diversificación de proveedores:* de este modo se podría garantizar a continuidad operativa en caso de fallo de alguno de ellos.

Según la revista “Logística profesional”, DHL ha diseñado una nueva operativa basada en inteligencia artificial, con la que ha conseguido reducir hasta un 5% el espacio innecesario en los envíos y reducir un 15% de media en los costes de envío, llegando a extremos de reducción del 35% [41].

Capítulo 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 EMPLEO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE LOGÍSTICA Y DISTRIBUCIÓN DE LOS CASOS DE ESTUDIO

Según el procedimiento, explicado en el tercer capítulo, empleado por cada una de las empresas en los procesos de logística y distribución, en este capítulo se recogen las técnicas y herramientas de inteligencia artificial que se podrían utilizar para la optimización de estos procesos.

4.1.1 AMAZON

El primer paso del proceso de logística y distribución de Amazon es la recepción a tiempo real de los pedidos solicitados por los clientes. Para esta primera fase, se proponen las siguientes formas de optimización empleando la inteligencia artificial:

- *Análisis predictivo*: se podrían implementar modelos de machine learning para predecir los patrones de compra de los clientes y ajustar los niveles de inventario a tiempo real.
- *Chatbots inteligentes*: se podrían emplear asistentes de voz inteligentes, creados con inteligencia artificial, con el objetivo de manejar a tiempo real las consultas relacionadas con los pedidos de los clientes, mejorando su experiencia de compra.
- *Procesamiento de lenguaje natural (PLN)*: empleando esta herramienta de inteligencia artificial, se podría extraer información relevante de los pedidos para analizar de forma automática necesidades especiales, como pueden ser si un pedido es frágil o perecedero.

La siguiente fase del proceso es el procesamiento y la preparación de los pedidos para su envío. Se proponen las siguientes formas de implementación de la inteligencia artificial:

- *Sistemas de automatización:* se podrían emplear robots guiados por inteligencia artificial para realizar las tareas de recogida, empaquetado y etiquetado de los productos en el almacén.
- *Optimización de las rutas en el almacén:* se podrían desarrollar algoritmos empleando la inteligencia artificial para establecer patrones de recogida de productos en el almacén, minimizando de esta manera el tiempo.
- *Modelos de calidad de datos:* esto permitiría detectar y corregir errores en la entrada del pedido mediante algoritmos basados en machine learning.

La tercera fase del proceso de Amazon se corresponde con el almacenamiento de los pedidos en el centro de distribución o almacén cercano. Para ello, se proponen las siguientes aplicaciones de inteligencia artificial:

- *Gestión inteligente de inventario:* se podrían implementar sistemas basados en inteligencia artificial para monitorear los niveles de stock y prever los niveles de este.
- *Optimización de espacios:* se podrían implementar algoritmos para asignar ubicaciones óptimas a los productos dentro del almacén, maximizando de esta manera el espacio y minimizando los tiempos de búsqueda de estos productos.
- *Sensores IoT y análisis predictivo:* de esta manera se podrían identificar productos que están en riesgo de caducar de forma más eficiente.

La etapa final de este proceso en Amazon es la del transporte de los pedidos al cliente final. Antes de que estos productos lleguen a los clientes, se reparten por almacenes cercanos. Para la optimización de este proceso, se plantean las siguientes aplicaciones de la inteligencia artificial:

- *Rutas dinámicas:* se podría emplear la inteligencia artificial para calcular las rutas de transporte más eficientes en tiempo real, considerando parámetros como el tráfico, el clima o la ubicación de los clientes.
- *Flota autónoma:* Se podrían emplear en los transportes vehículos autónomos dirigidos por inteligencia artificial con el fin de reducir los costes de transporte.
- *Análisis de demanda geográfica:* se podrían implementar modelos para determinar los centros de distribución más cercanos según la demanda presente en cada región.

La etapa de última milla, es decir la entrega final al cliente, presenta tres fases distintas. A continuación, se proponen las aplicaciones de la inteligencia artificial con las que se podría optimizar esta última etapa del proceso.

Transporte propio

- *Análisis predictivo de capacidad:* se podría emplear la inteligencia artificial para asignar recursos de entrega de forma más eficiente en localizaciones que presentan alta demanda.
- *Vehículos eléctricos y drones:* se podría emplear tecnología basada en inteligencia artificial para manejar vehículos de entrega autónomos, como drones o vehículos eléctricos.

Transportistas externos

- *Contratos inteligentes:* se podrían seleccionar mediante inteligencia artificial a los transportistas creando algoritmos de selección según parámetros asignados previamente como sus costes, su velocidad y su rendimiento.
- *Sistemas de seguimiento:* se podrían implementar algoritmos de machine learning para realizar un seguimiento en tiempo real del rendimiento de los transportistas.

Entrega a domicilio

- *Reconocimiento facial y sistemas de seguridad:* se podrían emplear sistemas de cámaras inteligentes para asegurar la entrega segura al cliente correcto.
- *Notificaciones inteligentes:* se podría implementar la inteligencia artificial para realizar una recogida de datos en tiempo real y de este modo prever los horarios exactos de entrega.

A continuación, se presenta una tabla resumen de las soluciones propuestas para optimizar los procesos de logística y distribución en Amazon (

Amazon	
Fases	Optimización IA
Recepción de pedidos	Análisis predictivo (machine learning)
	Chatbots inteligentes
	Procesamiento del lenguaje natural (PLN)
Procesamiento de pedidos	Robots guiados por inteligencia artificial
	Optimización de las rutas de almacén (machine learning)
	Detectar y corregir errores (machine learning)
Almacenamiento	Gestión inteligente del inventario
	Optimización de espacios (machine learning)
	Sensores IoT y análisis predictivo
Transporte	Rutas de transporte más eficientes
	Vehículos autónomos
	Análisis de demanda geográfica
Transporte propio	Análisis predictivo de capacidad
	Vehículos eléctricos y drones
Transportistas externos	Contratos inteligentes
	Sistemas de seguimiento
Entrega a domicilio	Reconocimiento facial y sistemas de seguridad
	Notificaciones inteligentes

Tabla 1).

Amazon	
Fases	Optimización IA
Recepción de pedidos	Análisis predictivo (machine learning)
	Chatbots inteligentes
	Procesamiento del lenguaje natural (PLN)
Procesamiento de pedidos	Robots guiados por inteligencia artificial
	Optimización de las rutas de almacén (machine learning)
	Detectar y corregir errores (machine learning)
Almacenamiento	Gestión inteligente del inventario
	Optimización de espacios (machine learning)
	Sensores IoT y análisis predictivo
Transporte	Rutas de transporte más eficientes
	Vehículos autónomos
	Análisis de demanda geográfica
Transporte propio	Análisis predictivo de capacidad
	Vehículos eléctricos y drones
Transportistas externos	Contratos inteligentes
	Sistemas de seguimiento
Entrega a domicilio	Reconocimiento facial y sistemas de seguridad
	Notificaciones inteligentes

Tabla 1. Aplicaciones de la inteligencia artificial en Amazon

4.1.2 INDITEX

El primer paso del proceso de logística y distribución de Inditex es la recepción de las prendas, tanto de forma colgada como encajada. Para la optimización de esta primera fase se proponen las siguientes soluciones empleando inteligencia artificial:

- *Clasificación automatizada:* se podrían implementar sistemas de reconocimiento visual para identificar automáticamente las prendas y sus condiciones al momento de recibirlas.
- *Optimización de flujo:* se podrían emplear algoritmos de machine learning para prever el tiempo necesario de procesamiento de los contenedores o palets según una base de datos histórica, ajustando los recursos necesarios en tiempo

real. Esto mejoraría la eficiencia al evitar cuellos de botella en la recepción de mercancías.

- *Robótica colaborativa:* Uso de robots con inteligencia artificial para mover palets o contenedores al área adecuada, reduciendo la dependencia de mano de obra humana.

La siguiente fase del proceso es la del guardado de las prendas en silos. Las aplicaciones planteadas de optimización son las siguientes:

- *Gestión inteligente de inventario:* se podrían implementar algoritmos de machine learning para monitorear los niveles de stock, prever la rotación de inventario y detectar discrepancias en tiempo real.
- *Optimización de espacio:* se podría emplear la inteligencia artificial para asignar dinámicamente ubicaciones en los silos según la demanda esperada y frecuencia de rotación de las prendas.
- *Sensores IoT integrados:* se podrían monitorear parámetros importantes de los silos como la temperatura o la humedad en tiempo real para garantizar la calidad del almacenamiento.

La siguiente fase del proceso se corresponde con la preparación de los pedidos para reparto, empleando tecnologías RFID. Para la optimización de esta fase, se proponen las siguientes aplicaciones de la inteligencia artificial:

- *RFID:* se podría emplear la tecnología RFID en conjunto con sistemas basados en inteligencia artificial para automatizar la lectura, codificación y clasificación de prendas durante la preparación de los pedidos.
- *Rutas de picking:* se podrían diseñar algoritmos basados en inteligencia artificial que determinan las rutas más eficientes dentro del almacén con el fin de minimizar tiempos de preparación de los pedidos.

- *Robots autónomos de picking:* se podrían implementar robots que colaboren con los empleados en la selección y agrupación de prendas para la realización de los pedidos.

La última fase de este proceso se corresponde con la de expedición, en la que los pedidos se distribuyen a las tiendas mediante transporte terrestre, aéreo y marítimo. A continuación, se mencionan las aplicaciones propuestas de la inteligencia artificial para la optimización de esta fase:

- *Modelos de optimización de transporte:* se podría emplear la inteligencia artificial para calcular las rutas de envío más eficientes, considerando costes, tiempos, tráfico y disponibilidad de transporte (terrestre, aéreo o marítimo).
- *Predicción de demanda por destino:* se podrían implementar algoritmos predictivos para asignar vehículos de transporte a distintas regiones según la demanda esperada.
- *Sistemas de seguimiento en tiempo real:* se podría realizar una integración de las plataformas de IoT e inteligencia artificial para monitorear el estado y ubicación de los pedidos durante el transporte.

A continuación, se presenta una tabla resumen de las soluciones propuestas para optimizar los procesos de logística y distribución en Amazon (

Inditex	
Fases	Optimización IA
Recepción de pedidos	Sistemas de reconocimiento visual
	Optimización de flujo (machine learning)
	Robótica colaborativa
Stock	Gestión inteligente del inventario (machine learning)
	Optimización de espacio
	Sensores IoT integrados (monitoreo parámetros)
Preparación de pedidos	RFID automatizados
	Rutas de picking (machine learning)
	Robots autónomos de picking
Expedición	Modelos de optimización de transporte
	Predicción de demanda de transporte por destino
	Sistemas de seguimiento en tiempo real

Tabla 2).

Inditex	
Fases	Optimización IA
Recepción de pedidos	Sistemas de reconocimiento visual
	Optimización de flujo (machine learning)
	Robótica colaborativa
Stock	Gestión inteligente del inventario (machine learning)
	Optimización de espacio
	Sensores IoT integrados (monitoreo parámetros)
Preparación de pedidos	RFID automatizados
	Rutas de picking (machine learning)
	Robots autónomos de picking
Expedición	Modelos de optimización de transporte
	Predicción de demanda de transporte por destino
	Sistemas de seguimiento en tiempo real

Tabla 2. Aplicaciones de la inteligencia artificial en Inditex

4.1.3 DHL

El primer paso del proceso de logística y distribución de DHL es la recepción de mercancías. Para la optimización de esta primera fase se proponen las siguientes soluciones empleando inteligencia artificial:

- *Verificación automática:* se podría llevar a cabo una verificación automática de documentos y etiquetas mediante sistemas de inteligencia artificial, reduciendo de este modo errores manuales.
- *Automatización robótica de procesos (RPA):* se podrían automatizar los procesos de entrada de datos, generación de códigos únicos y asignación de mercancías en sistemas internos.
- *Modelos predictivos:* se podrían implementar algoritmos machine learning para prever la carga de trabajo, asignando personal y recursos de manera eficiente en las tareas necesarias.

El siguiente paso en el proceso es la clasificación y el etiquetado de los paquetes. Para su optimización, se proponen las siguientes aplicaciones de inteligencia artificial:

- *Clasificación automatizada:* se podrían emplear algoritmos de machine learning para analizar las características de los paquetes y organizarlos automáticamente según su destino.
- *RFID:* se podrían implementar etiquetas RFID combinadas con algoritmos de inteligencia artificial con el objetivo de facilitar el seguimiento de paquetes y reducir los tiempos de escaneo.
- *Robots de clasificación autónomos:* se podrían emplear robots autónomos colaborativos para manejar y etiquetar paquetes de forma automatizada en centros de distribución.

La siguiente fase del proceso se corresponde con el almacenamiento temporal de los envíos. Para la optimización de esta fase, se proponen las siguientes aplicaciones de la inteligencia artificial:

- *Gestión predictiva del inventario:* se podrían emplear algoritmos de machine learning para prever la duración del almacenamiento y ajustar la disposición de los paquetes según las fechas de salida.
- *Optimización de espacio:* se podrían emplear algoritmos de machine learning para maximizar el uso del espacio de almacenamiento temporal.
- *Sensores IoT integrados:* se podrían monitorear en tiempo real algunas de las condiciones más importantes del almacén como la temperatura o la humedad con plataformas de inteligencia artificial para garantizar la seguridad de los paquetes.

La cuarta fase del proceso de DHL se corresponde con la carga de las mercancías en distintos medios de transporte. Para ello, se proponen las siguientes aplicaciones de inteligencia artificial:

- *Simulación de carga:* se podrían emplear software de inteligencia artificial para maximizar el espacio disponible en camiones, aviones o barcos.
- *Robots de carga:* se podrían implementar robots de carga con inteligencia artificial para reducir tiempos y mejorar la seguridad en la manipulación de mercancías.
- *Optimización de rutas de carga:* se podrían emplear herramientas para planificar la disposición de la carga según puntos de entrega, empleando la inteligencia artificial.

La siguiente fase del proceso es la de transporte y seguimiento de los envíos. Las aplicaciones planteadas de optimización son las siguientes:

- *Seguimiento en tiempo real:* se podrían utilizar plataformas de inteligencia artificial para monitorear parámetros como la ubicación, las condiciones y el estado de los envíos.
- *Rutas dinámicas:* se podrían emplear herramientas basadas en inteligencia artificial para ajustar las rutas en tiempo real considerando parámetros como el tráfico o el clima.
- *Modelos predictivos para entregas:* se podrían emplear sistemas para estimar tiempos de entrega y prever posibles retrasos, notificando a los clientes de forma proactiva.

La siguiente fase del proceso se corresponde con la entrega de los paquetes en el destino final. Para ello, se proponen las siguientes aplicaciones de inteligencia artificial:

- *Drones:* se podría realizar una integración de sistemas de drones, propios o subcontratados en otra empresa, para realizar entregas rápidas en zonas de difícil acceso.
- *Planificación de rutas:* se podrían emplear herramientas de inteligencia artificial que combinen algoritmos de machine learning para asignar rutas óptimas de última milla.
- *Notificaciones inteligentes:* se podría llevar a cabo una implementación de sistemas de inteligencia artificial para mantener informados a los clientes, en tiempo real, sobre el estado y hora estimada de entrega.

A continuación, se presenta una tabla resumen de las soluciones propuestas para optimizar los procesos de logística y distribución en DHL (

DHL	
Fases	Optimización IA
Recepción de mercancías	Verificación automática
	Automatización robótica de procesos
	Modelos predictivos
Clasificación y etiquetado	Clasificación automatizada (machine learning)
	RFID automatizado
	Robots de clasificación autónomos
Almacenamiento temporal	Gestión predictiva del inventario (machine learning)
	Optimización del espacio (machine learning)
	Sensores IoT integrados
Carga en transporte	Simulación de carga
	Robots de carga
	Optimización de rutas de carga
Transporte y seguimiento	Seguimiento en tiempo real
	Rutas dinámicas
	Modelos predictivos
Entrega final	Drones
	Planificación de rutas (machine learning)
	Notificaciones inteligentes

Tabla 3).

DHL	
Fases	Optimización IA
Recepción de mercancías	Verificación automática
	Automatización robótica de procesos
	Modelos predictivos
Clasificación y etiquetado	Clasificación automatizada (machine learning)
	RFID automatizado
	Robots de clasificación autónomos
Almacenamiento temporal	Gestión predictiva del inventario (machine learning)
	Optimización del espacio (machine learning)
	Sensores IoT integrados
Carga en transporte	Simulación de carga
	Robots de carga
	Optimización de rutas de carga
Transporte y seguimiento	Seguimiento en tiempo real
	Rutas dinámicas
	Modelos predictivos
Entrega final	Drones
	Planificación de rutas (machine learning)
	Notificaciones inteligentes

Tabla 3. Aplicaciones de la inteligencia artificial en DHL

4.2 HERRAMIENTAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL EMPLEADAS EN LA OPTIMIZACIÓN DE LOS CASOS DE ESTUDIO

Al analizar los procesos de logística y distribución de Amazon, Inditex y DHL, se ha podido comprobar que son bastante similares entre sí. De este modo, los procesos de logística y distribución se podrían simplificar en seis fases: recepción de mercancías, clasificación de mercancías, almacenamiento, robótica, transporte y entrega final.

En la Tabla 4, se puede observar un resumen de herramientas de inteligencia artificial que se podrían emplear en la consecución de las aplicaciones de optimización propuestas en el apartado anterior. En cada fila se detalla la fase del proceso, las herramientas que se podrían emplear y las aplicaciones de esas herramientas.

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fases	Herramientas	Aplicación
Recepción de mercancías	Amazon Rekognition	Monitoreo
Clasificación de mercancías	TensorFlow	Clasificación
Almacenamiento	DataRobot	Previsión de demandas y optimización de recursos
Robótica y automatización	Locus Robotics	Automatización del almacén mediante robots autónomos colaborativos
Transporte y seguimiento	OptimoRoute	Seguimiento del transporte del producto final
Entrega final	Prime Air (drones)	Entrega automatizada al cliente

Tabla 4. Herramientas de optimización

En la recepción de las mercancías, se podría emplear la herramienta “Amazon Rekognition”. Se trata de un servicio de inteligencia artificial, proporcionado por Amazon, que permite analizar imágenes y videos para identificar distintas cosas como objetos o personas [42].

En la clasificación de las mercancías que llegan al almacén, se podría emplear la herramienta “TensorFlow”, que se trata de una plataforma diseñada por Google para construir modelos de inteligencia artificial y machine learning capaz de realizar tareas complejas como visión por computadora, procesamiento del lenguaje natural o análisis de datos [43].

En el proceso de optimización del almacenamiento, se podría emplear la herramienta “DataRobot”. Esta se trata de una plataforma de inteligencia artificial y machine learning diseñada para diseñar e implementar modelos predictivos [44].

Con el objetivo de automatizar el almacenamiento del almacén, se podrían implementar robots autónomos colaborativos de la empresa “Locus Robotics”, líder en soluciones de automatización. Estos robots están diseñados para mejorar la precisión de las operaciones en el almacén y de este modo eliminar el error humano [45].

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para llevar a cabo la optimización del transporte de las mercancías, se podría emplear la herramienta “OptimoRoute”, que se trata de una plataforma diseñada para la planificación y gestión de rutas de transporte mediante algoritmos de machine learning [46].

En el proceso de entrega final, se podrían implementar los drones autónomos de “Prime Air” de Amazon. Mediante este servicio de entrega, los clientes reciben los productos de manera más rápida y eficiente, reduciendo de esta manera los tiempos de entrega [47].

Capítulo 5. ANÁLISIS DE RIESGOS

Al tratarse de un trabajo de investigación que involucra el empleo de la inteligencia artificial, resulta interesante la realización de un análisis de posibles riesgos en la optimización de los procesos de logística y distribución. Estos riesgos, se pueden clasificar en tres categorías: operativos, éticos y de sesgo.

5.1 RIESGOS OPERATIVOS

Errores en el reconocimiento de mercancías:

- Este riesgo tiene un impacto alto ya que un fallo en la identificación de objetos o etiquetas puede generar retrasos en los pedidos o clasificaciones incorrectas, afectando al resto del proceso de logística y distribución.
- Para mitigar este riesgo, se podrían realizar una serie de pruebas preventivas en entornos controlados además de llevar a cabo verificaciones humanas cada cierto tiempo.

Falta de conexión en los programas de optimización de rutas:

- Este riesgo tiene un impacto alto ya que una conexión inestable puede interrumpir la planificación de rutas y afectar al transporte de la mercancía en tiempo real.
- Para mitigar este riesgo, se podría asegurar la redundancia en la conectividad, como redes móviles 5G o acceso satelital.

Interacción entre robots y humanos en los almacenes:

- Este riesgo presenta un impacto alto ya que si se produce un fallo en la funcionalidad del robot podría generar accidentes.

- Para mitigar este riesgo, se podrían establecer protocolos claros de interacción, formar al personal sobre el correcto manejo de los robots y realizar evaluaciones continuas de prevención.

5.2 RIESGOS ÉTICOS

Privacidad y uso indebido de datos:

- Este riesgo tiene un impacto alto ya que algunas de las herramientas de inteligencia artificial mencionadas, como Amazon Rekognition y Prime Air implican el manejo de información sensible como imágenes, ubicaciones o información personal.
- Para mitigar este riesgo, se podrían implementar políticas estrictas de acceso a la información personal y encriptación para la protección de los datos. Además, se podría comunicar de manera clara a los usuarios el proceso de recopilación, procesamiento y almacenamiento de datos.

Pérdida de empleo:

- Este riesgo tiene un impacto medio ya que el proceso de automatización de los procesos puede ocasionar la pérdida de empleo o el cambio de área de trabajo del personal.
- Para mitigar este riesgo, se podrían ofrecer programas de concienciación sobre la gestión del cambio, permitiendo al personal del almacén adaptarse a nuevos roles dentro de la empresa.

Discriminación en la entrega final:

- Este riesgo tiene un impacto medio, ya que en algunas áreas remotas o con baja infraestructura el acceso a algunas tecnologías de automatización, como los drones, puede ser limitado, generando desigualdades en el servicio al cliente.

- Para mitigar este riesgo, se podrían diseñar planes de implementación equitativos, asegurado que las nuevas tecnologías se encuentren disponibles en distintas localizaciones, no solo en áreas urbanas.

5.3 RIESGOS DE SESGO

Riesgo de sesgo en las herramientas de inteligencia artificial:

- Este riesgo tiene un impacto alto, ya que en modelos que presentan un histórico de datos se pueden ocasionar sesgos, ocasionando clasificaciones incorrectas de mercancías o predicciones inexactas basadas en datos incompletos o representativos.
- Para mitigar este riesgo, se podrían realizar auditorías regulares para identificar y corregir los posibles sesgos.

Transparencia y responsabilidad en las decisiones de inteligencia artificial:

- Este riesgo tiene un impacto alto ya que algunas herramientas que emplean inteligencia artificial pueden ser capaces de tomar decisiones difíciles de justificar, como las creaciones de rutas optimizadas de transporte o clasificaciones de mercancías. Esta falta de transparencia puede generar desconfianza entre los clientes y los empleados.
- Para mitigar este riesgo, se podría incorporar el factor humano en los procesos críticos para supervisar la correcta toma de decisiones automatizadas. Además, para favorecer la confianza se podrían publicar informes transparentes sobre el empleo de la inteligencia artificial y su impacto en las operaciones de la empresa.

A continuación, en la Tabla 5, se puede observar un resumen en el que se recogen los distintos riesgos, el grado impacto que presentan y sus maneras de mitigación.

ANÁLISIS DE RIESGOS

Tipo de riesgo	Riesgo	Impacto	Mitigación
Operativo	Errores reconocimiento mercancías	Alto	Pruebas preventivas con verificación humana
Operativo	Falta conexión programas	Alto	Redundancia en conectividad
Operativo	Interacción robots-humanos	Alto	Protocolos de interacción, evaluaciones preventivas
Ético	Privacidad, uso indebido de datos	Alto	Políticas de acceso a información, encriptación y comunicación a usuarios sobre acceso a su información
Ético	Pérdida de empleo	Medio	Programas concienciación, gestión del cambio
Ético	Discriminación entrega final	Medio	Planes de implementación equitativos
Sesgo	Sesgo en herramientas de IA	Alto	Auditorías regulares
Sesgo	Transparencia y responsabilidad de decisiones IA	Alto	Supervisión humana de procesos críticos, transparencia en informes de empleo de IA

Tabla 5. Análisis de riesgos

Capítulo 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES EN BASE A LOS OBJETIVOS PROPUESTOS

El objetivo de esta investigación consistía en plantear posibles aplicaciones de la inteligencia artificial en la optimización de los procesos de logística y distribución de las empresas Amazon, Inditex y DHL.

Una vez analizados los resultados, se puede observar que los procesos de logística y distribución de estas empresas resultan muy similares, presentando las siguientes fases: recepción de mercancías, clasificación de mercancías, almacenamiento, robótica y automatización, transporte y seguimiento, y entrega final.

Estudiando las fases de estos procesos, se consideró importante la implementación de una serie de herramientas de inteligencia artificial, ya que estas ayudarían a mejorar factores como la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente final. Estas herramientas son: Amazon Rekognition, TensorFlow, DataRobot, OptimoRoute, Prime Air.

Analizando estas herramientas, se puede observar que dos de estas han sido diseñadas por Amazon, con lo que los costes de implementación se verían disminuidos para esta empresa en concreto.

A continuación, se presentan los factores importantes (KPIs) que deben analizarse para considerar el éxito en la optimización de los procesos. Estos factores son la eficiencia operativa, la escalabilidad, la adaptabilidad, la satisfacción del cliente y la reducción de los costes de operación.

En cuanto a la eficiencia operativa, mediante el empleo de las herramientas de inteligencia artificial analizadas, se pretende reducir los costes y tiempos de las empresas en cada fase del proceso.

En cuanto a la escalabilidad, la inteligencia artificial está creciendo exponencialmente con lo que resulta sencillo conseguir modelos escalables a otros procesos empresariales u otras empresas. Además, se podría manejar el crecimiento del volumen de los pedidos de manera más sostenible.

Mediante el empleo de estas herramientas de inteligencia artificial, se podría llegar a conseguir responder con mayor dinamismo a cambios en la demanda o en el tráfico, ajustándolos en tiempo real basando los algoritmos en datos actuales, históricos y predictivos.

La satisfacción del cliente final se vería afectada de manera positiva debido a la posibilidad de ofrecer entregas más rápidas, seguras y personalizadas al emplear estas herramientas de inteligencia artificial.

La automatización de los procesos y el empleo de las nuevas herramientas supondría una inversión inicial costosa, pero, por otro lado, se minimizarían los costes humanos y se podría optimizar de manera más eficiente el empleo de los recursos disponibles.

6.2 LIMITACIÓN DEL ESTUDIO Y DIRECCIONES FUTURAS

Esta investigación presenta un alcance limitado ya que, aunque se analizaron tres de la empresas más grandes y conocidas del sector de la logística y la distribución, como son Amazon, Inditex y DHL, los resultados obtenidos no abarcan todas las industrias de este sector, lo que limita la generalización de las conclusiones.

Por otro lado, otro de los impedimentos en el estudio consiste en la falta de implementación práctica de las herramientas propuestas en las empresas mencionadas, ya que el trabajo se centra en el análisis teórico de estas.

Una vez realizado el estudio teórico en este trabajo, se podría considerar investigar los siguientes campos en un futuro:

- *Implementación de herramientas:* implementar las herramientas seleccionadas en las empresas mencionadas y realizar un estudio para identificar el impacto de mejora en las operaciones.
- *Análisis en pequeñas empresas:* se podría llevar a cabo el mismo análisis en empresas más pequeñas, como PYMES, para comprobar el impacto que puede suponer el empleo de la inteligencia artificial en sus operaciones.
- *Estudio sostenibilidad:* ampliar el análisis de la investigación a el impacto ambiental y ecológico que supone la implementación de estas tecnologías de inteligencia artificial.

6.3 RECOMENDACIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN ENTORNOS EMPRESARIALES

Para implementar la inteligencia artificial en entornos empresariales de manera efectiva, resulta de carácter relevante realizar una planificación estratégica que identifique las áreas de mayor impacto y establecer objetivos claros. De este modo, la integración debe ser gradual, iniciando con proyectos piloto que permitan medir resultados y ajustar la estrategia antes de escalar.

Además, es crucial llevar a cabo una capacitación del personal, fomentando una cultura de adaptación a nuevos roles. Además, la gestión adecuada de los datos debe incluir medidas de seguridad, privacidad y políticas éticas claras para garantizar la confianza de los clientes y cumplir con las regulaciones.

También se recomienda incorporar supervisión humana en procesos críticos para mitigar riesgos y garantizar la transparencia en la toma de decisiones automatizadas. Estas acciones, combinadas con una visión estratégica y ética, aseguran una transición exitosa hacia la integración de la IA en los procesos empresariales.

Capítulo 7. OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) son planteados por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en 2015 con el fin de poner fin a la pobreza, proteger el planeta y conseguir paz y prosperidad para los ciudadanos en 2030 [48].

De entre los 17 objetivos propuestos, este proyecto de investigación se alinea en mayor medida con el objetivo número 9, que se titula “industria, innovación e infraestructura”.



Figura 9. Objetivos de Desarrollo Sostenible [49]

Con este objetivo se pretende ayudar a mejorar los desafíos económicos y ambientales a los que se enfrentan las distintas sociedades, al mismo tiempo que a ofrecer nuevos empleos y a promover la eficiencia energética. Del mismo modo, en este objetivo se plantea que las industrias sostenibles y la inversión en investigación e innovación científicas resultan de carácter relevante para facilitar el desarrollo sostenible [48].

Además, este objetivo es muy importante ya que pretende intentar conseguir acceso igualitario a la información y el conocimiento, y promover la innovación y el emprendimiento [48].

Este trabajo de investigación pretende aportar información relevante acerca de la optimización de los procesos de producción, distribución y gestión del inventario mediante el empleo de técnicas de inteligencia artificial.

Capítulo 8. DECLARACIÓN DE USO DE HERRAMIENTAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA

ADVERTENCIA: Desde la Universidad consideramos que ChatGPT u otras herramientas similares son herramientas muy útiles en la vida académica, aunque su uso queda siempre bajo la responsabilidad del alumno, puesto que las respuestas que proporciona pueden no ser veraces. En este sentido, NO está permitido su uso en la elaboración del Trabajo fin de Grado para generar código porque estas herramientas no son fiables en esa tarea. Aunque el código funcione, no hay garantías de que metodológicamente sea correcto, y es altamente probable que no lo sea.

Por la presente, yo, Alejandra Arroyo Alonso-Villalobos, estudiante de Grado en Administración y Dirección de Empresas de la Universidad Pontificia Comillas al presentar mi Trabajo Fin de Grado titulado "Optimización de los Procesos de Logística y Distribución mediante Inteligencia Artificial", declaro que he utilizado la herramienta de Inteligencia Artificial Generativa ChatGPT u otras similares de IAG de código sólo en el contexto de las actividades descritas a continuación:

- 1. Brainstorming de ideas de investigación:** Utilizado para idear y esbozar posibles áreas de investigación.
- 2. Referencias:** Usado conjuntamente con otras herramientas, como Science, para identificar referencias preliminares que luego he contrastado y validado.
- 3. Estudios multidisciplinares:** Para comprender perspectivas de otras comunidades sobre temas de naturaleza multidisciplinar.
- 4. Corrector de estilo literario y de lenguaje:** Para mejorar la calidad lingüística y estilística del texto.

DECLARACIÓN DE USO DE HERRAMIENTAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA

5. **Sintetizador y divulgador de libros complicados:** Para resumir y comprender literatura compleja.
6. **Traductor:** Para traducir textos de un lenguaje a otro.

Afirmo que toda la información y contenido presentados en este trabajo son producto de mi investigación y esfuerzo individual, excepto donde se ha indicado lo contrario y se han dado los créditos correspondientes (he incluido las referencias adecuadas en el TFG y he explicitado para que se ha usado ChatGPT u otras herramientas similares). Soy consciente de las implicaciones académicas y éticas de presentar un trabajo no original y acepto las consecuencias de cualquier violación a esta declaración.

Fecha: 04/12/24



Firma: _____

Capítulo 9. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Real Academia de Española. *Inteligencia*. dle.rae.es. <https://dle.rae.es/inteligencia> (accedido abr. 26 2024).
- [2] Real Academia de Española. *Artificial*. dle.rae.es. <https://dle.rae.es/artificial?m=form> (accedido abr. 26 2024).
- [3] Rouhiainen, L. (2018). *Inteligencia artificial. 101 cosas que debes saber hoy sobre nuestro futuro*. Alienta. https://planetadelibrosec0.cdnstatics.com/libros_contenido_extra/40/39308_Inteligencia_artificial.pdf (accedido abr. 26 2024).
- [4] Orellana, P. (2018). *Proceso empresarial*. Economipedia.com. <https://economipedia.com/definiciones/proceso-empresarial.html> (accedido abr. 26 2024).
- [5] Real Academia de Española. *Optimizar*. dle.rae.es. <https://dle.rae.es/optimizar> (accedido abr. 26 2024).
- [6] Pons, C., Pérez, G., & Baum, G. (2022). *La nueva inteligencia artificial: conceptos básicos y aplicaciones*, 372, 10-20. Facultad de Informática, Universidad Nacional de La Plata. Comisión de Investigaciones Científicas CIC, Universidad Nacional Arturo Jauretche, Universidad Abierta Interamericana.
- [7] Alvarado Rojas, M. E. (2015). *Una mirada a la inteligencia artificial*. Revista Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Información, 2(3), 27-31.
- [8] (n.d.). *¿Qué es la logística? Significado, procesos, funciones y ejemplos*. Discover. <https://www.dhl.com/discover/es-es/asesoramiento-logistico/asesoramiento-exportacion-importacion/que-es-logistica> (accedido nov. 24 2024).

-
- [9] Anand, A., Fosso Wamba, S., Gnanzou, D. (2013). *A Literature Review on Business Process Management, Business Process Reengineering, and Business Process Innovation*. In: Barjis, J., Gupta, A., Meshkat, A. (eds) Enterprise and Organizational Modeling and Simulation. EOMAS 2013. Lecture Notes in Business Information Processing, vol 153. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-41638-5_1 (accedido jun. 18 2024).
- [10] Vanwersch, R.J.B., Shahzad, K., Vanderfeesten, I. et al. *A Critical Evaluation and Framework of Business Process Improvement Methods*. *Bus Inf Syst Eng* **58**, 43–53 (2016). <https://doi.org/10.1007/s12599-015-0417-x> (accedido jun. 18 2024).
- [11] Van Looy, A., Shafagatova, A. *Business process performance measurement: a structured literature review of indicators, measures and metrics*. *SpringerPlus* **5**, 1797 (2016). <https://doi.org/10.1186/s40064-016-3498-1> (accedido jun. 18 2024).
- [12] WADIC. (n.d.). *11 Advantages & 9 Disadvantages of Traditional Project Management*. <https://wadic.net/traditional-project-management-advantages-disadvantages/> (accedido jun. 18 2024).
- [13] Reim, W., Åström, J., & Eriksson, O. (2020). *Implementation of Artificial Intelligence (AI): A Roadmap for Business Model Innovation*. *AI*, **1**(2), 180-191. <https://doi.org/10.3390/ai1020011> (accedido jun. 19 2024).
- [14] Gomes, P., Verçosa, L., Melo, F., Silva, V., Filho, C. B., & Bezerra, B. (2022). *Artificial Intelligence-Based Methods for Business Processes: A Systematic Literature Review*. *Applied Sciences*, **12**(5), 2314. <https://doi.org/10.3390/app12052314> (accedido jun. 19 2024).
- [15] Perifanis, N. -A., & Kitsios, F. (2023). *Investigating the Influence of Artificial Intelligence on Business Value in the Digital Era of Strategy: A Literature*

-
- Review. Information*, 14(2), 85. <https://doi.org/10.3390/info14020085>. (accedido jun. 19 2024).
- [16] (2019). *Impacto económico de la Inteligencia Artificial*. <https://ost.torrejuana.es/impacto-economico-de-la-inteligencia-artificial-acceso-a-descarga/> (accedido dic. 03 2024).
- [17] BBC News Mundo. (2019). *Cómo Amazon se convirtió en la empresa más valiosa del mundo y superó a Microsoft, Apple y Google*. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-46802529> (accedido jul. 08 2024).
- [18] (2017). *Logo Amazon* [Figura]. Recuperado de <https://en.logodownload.org/amazon-logo/> (accedido nov. 25 2024).
- [19] (n.d.). *La Historia de Amazon: desde su fundación hasta su éxito actual*. <https://curiosaweb.com/la-historia-de-amazon-desde-su-fundacion-hasta-su-exito-actual/> (accedido jul. 08 2024).
- [20] Amazon Science. (2023). *The evolution of Amazon's inventory planning system*. <https://www.amazon.science/latest-news/the-evolution-of-amazons-inventory-planning-system> (accedido jul. 08 2024).
- [21] Bagnoli, C. et al. (2022). *The Integration of Digital Business Models: The Amazon Case Study*. In: *Digital Business Models for Industry 4.0. Future of Business and Finance*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-97284-4_4 (accedido jul. 08 2024).
- [22] (2023). *Cómo es el proceso de Logística de Amazon: Desde el almacén hasta tu hogar*. The Logistics World. <https://thelogisticsworld.com/logistica-comercio-electronico/como-es-el-proceso-de-logistica-de-amazon-desde-el-almacen-hasta-tu-hogar> (accedido nov. 24 2024).

- [23] (n.d.). *Proceso logístico de Amazon*. [Figura]. Recuperado de <https://www.elperiodico.com/es/economia/almacen-amazon-prat-llobregat-barcelona-como-funciona-sh/assets/NSWjh3fuj7/amazon-todo-hztl-2139x1203.jpeg> (accedido dic. 02 2024).
- [24] (n.d.). *Análisis detallado de los problemas de cadena de suministro en Amazon*. <https://triunfaempresario.com/amazon-tiene-problemas-en-la-cadena-de-suministro/> (accedido dic. 02 2024).
- [25] (n.d.) *Logística de Amazon: Servicios de gestión logística para tu negocio de comercio electrónico*. <https://sell.amazon.com/es/fulfillment-by-amazon> (accedido dic. 02 2024).
- [26] (n.d.). *Un estudio de Amazon revela que la IA mejora la eficiencia de las pymes españolas: el 78 % afirma ahorrar tiempo*. <https://www.aboutamazon.es/noticias/politicas-publicas/un-estudio-de-amazon-revela-que-la-ia-mejora-la-eficiencia-de-las-pymes-espanolas-el-78-afirma-ahorrar-tiempo> (accedido dic. 02 2024).
- [27] Inditex. *Historia*. Recuperado de: <https://www.inditex.com/itxcomweb/es/grupo/historia> (accedido nov. 23 2024).
- [28] (n.d.). *Logo Inditex* [Figura]. Recuperado de <https://figmaresource.com/inditex-logo-png-vector/> (accedido nov. 25 2024).
- [29] Ferdows, K., Lewis, M. A., & Machuca, J. A. D. (2004). *Rapid-fire fulfillment*. Harvard Business Review. <https://hbr.org/2004/11/rapid-fire-fulfillment> (accedido jul. 08 2024).
- [30] Caro, F., Martínez-de-Albéniz, V. (2015). *Fast Fashion: Business Model Overview and Research Opportunities*. In: Agrawal, N., Smith, S. (eds) Retail Supply Chain Management. International Series in Operations Research & Management Science,

-
- vol 223. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7562-1_9 (accedido jul. 08 2024).
- [31] Ghemawat, P., & Nueno, J. L. (2006). *Zara: Fast Fashion*. Harvard Business School. <https://www.hbs.edu/faculty/Pages/item.aspx?num=29832> (accedido jul. 08 2024).
- [32] (2021). *La logística de Inditex*. <https://almacen360.wordpress.com/2021/01/21/la-logistica-de-inditex/> (accedido nov. 25 2024).
- [33] (n.d.). Proceso logístico de Inditex. [Figura]. Recuperado de <https://almacen360.wordpress.com/2021/01/21/la-logistica-de-inditex/> (accedido dic. 02 2024).
- [34] Molpeceres, D. (2021). *Inditex rebaja un 7% sus costes operativos al crecimiento de la venta online*. <https://www.elindependiente.com/economia/2021/06/10/inditex-rebaja-un-7-sus-costes-operativos-pese-al-crecimiento-de-la-venta-online/> (accedido dic. 03 2024).
- [35] (n.d.). *Inditex tira de inteligencia artificial para predecir la demanda, gestionar stocks y potenciar el buscador web*. Economía Digital Galicia. <https://www.economiadigital.es/galicia/empresas/inditex-tira-de-inteligencia-artificial.html> (accedido dic. 03 2024).
- [36] (n.d.). *Acerca de nosotros*. www.DHL.com. <https://www.dhl.com/es-es/home/acerca-de-nosotros.html> (accedido nov. 25 2024).
- [37] (2015). *Logo DHL* [Figura]. Recuperado de <https://techcabal.com/2015/08/20/dhl-goes-tech-in-bid-to-improve-logistics/> (accedido nov. 25 2024).
- [38] (n.d.). *Guía detallada sobre el proceso de DHL: todo lo que necesitas saber*. Triunfa Emprendiendo. <https://triunfaemprendiendo.com/como-es-el-proceso-de-dhl/> (accedido nov. 24 2024).

-
- [39] (n.d.). *Proceso logístico de DHL*. [Figura]. Recuperado de <https://www.dhl.com/es-es/m/supply-chain/fulfillment-network/how-it-works/smart-fulfillment-service.html> (accedido dic. 03 2024).
- [40] (2024). *La temporada alta representa un desafío logístico sin precedentes para DHL*. <https://america-retail.com/secciones/logistica/la-temporada-alta-representa-un-desafio-logistico-sin-precedentes-para-dhl/> (accedido dic. 03 2024).
- [41] (2022). *DHL Supply Chain utiliza la IA para ahorrar costes y emisiones optimizando el embalaje de sus envíos*. Logística profesional. <https://www.logisticaprofesional.com/texto-diario/mostrar/3549783/dhl-supply-chain-utiliza-ia-ahorrar-costes-emisiones-optimizando-embalaje-envios> (accedido dic. 03 2024).
- [42] (n.d.) *Amazon Rekognition*. <https://aws.amazon.com/rekognition/> (accedido dic. 01 2024).
- [43] (n.d.) *TensorFlow*. <https://www.tensorflow.org/learn> (accedido dic. 01 2024).
- [44] (n.d.) *DataRobot*. <https://www.datarobot.com/> (accedido dic. 01 2024).
- [45] (n.d.) *Locus Robotics*. <https://locusrobotics.com/> (accedido dic. 01 2024).
- [46] (n.d.) *OptimoRoute*. <https://optimoroute.com/> (accedido dic. 01 2024).
- [47] (n.d.) *Prime Air*. <https://www.aboutamazon.es/noticias/innovacion/prime-air> (accedido dic. 01 2024).
- [48] Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. *Los ODS en acción*. www.undp.org. <https://www.undp.org/es/sustainable-development-goals> (accedido abr. 26 2024).

- [49] (2020). *Objetivos de Desarrollo Sostenible* [Figura]. Recuperado de <https://www.ekomodo.eus/blog/empresas-por-un-mundo-mejor/que-son-los-ods-y-por-que-son-tan-importantes/> (accedido abr. 26 2024).