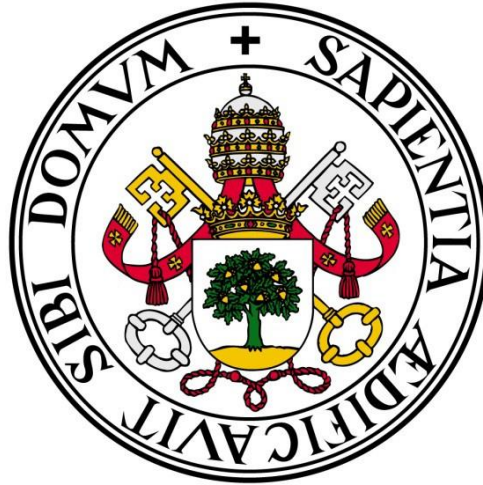




GRADO EN COMERCIO

TRABAJO FIN DE GRADO

**“Impacto de la Innovación Tecnológica y la
Sostenibilidad en la Logística”**

AUTOR: Flavia Vaquero Redero

FACULTAD DE COMERCIO Y RELACIONES LABORALES

VALLADOLID, SEPTIEMBRE 2025



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID GRADO EN COMERCIO
CURSO ACADÉMICO 2024-2025

TRABAJO FIN DE GRADO

**“Impacto de la Innovación Tecnológica y la
Sostenibilidad en la Logística”**

Trabajo presentado por: Dña. Flavia Vaquero Redero

Tutor: Dña. Ana María Bedate Centeno

FACULTAD DE COMERCIO Y RELACIONES LABORALES

Valladolid, septiembre 2025

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN LA LOGÍSTICA Y EL COMERCIO	3
2.1	Impacto de la Inteligencia Artificial en la cadena de suministro	3
2.1.1	Predicción de demanda y Riesgos laborales producidos por la IA ...	4
2.1.2	Optimización de rutas de distribución.....	5
2.1.3	Costes iniciales y falta de capacitación	5
2.1.4	Futuro de la IA en la logística y en el comercio	6
2.1.5	Análisis DAFO del uso de la IA en la Logística.....	8
2.2	Blockchain y Big Data en la optimización logística	12
2.2.1	Cómo mejora la seguridad de las transacciones	14
2.2.2	Análisis de datos en tiempo real.....	15
2.2.3	Nuevas formas de trabajo y colaboración	16
2.2.4	Casos de éxito de empresas que usan Blockchain y Big Data	17
2.3	Plataformas digitales y su impacto en la logística global	19
2.3.1	Tipos de plataformas logísticas digitales	19
2.3.2	Integración de plataformas digitales con otros sistemas empresariales	20
2.3.3	Análisis PORTER.....	21
2.3.4	Casos de estudio. Uso de plataformas digitales para la gestión logística global	24
3	SOSTENIBILIDAD EN LA LOGÍSTICA Y EN EL COMERCIO	26
3.1	La Logística verde y Estrategias sostenibles.....	26
3.1.1	Análisis PEST. Tendencias y regulaciones internacionales sobre sostenibilidad	31
4	COMERCIO ELECTRÓNICO Y ÚLTIMA MILLA.....	37
4.1	Evolución del comercio electrónico	37
4.2	Logística last-mile y desafíos operativos.....	39

4.3	Soluciones innovadoras: drones, vehículos autónomos y micro-almacenes	42
5	IMPACTO EN LA GESTIÓN EMPRESARIAL Y RECURSOS HUMANOS	44
6	RESILIENCIA Y RIESGOS EN LAS CADENAS DE SUMINISTRO GLOBALES	46
6.1	Principales riesgos que amenazan la continuidad	47
6.2	Capacidades dinámicas como fundamento de la resiliencia	47
6.3	Estrategias concretas para construir resiliencia	47
6.4	Implicaciones para la estrategia empresarial	48
7	CONCLUSIÓN	48
	BIBLIOGRAFÍA.....	49

Tabla de Figuras

FIGURA 1. TABLA DE HOJA DE RUTA DE LA INDUSTRIA EUROPEA HACIA EL PYSHICAL INTERNET.....	7
FIGURA 2. CUADRO RESUMEN ANÁLISIS DAFO.....	11
FIGURA 3. INFOGRAFÍA DE VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA IA	12
FIGURA 4. TABLA COMPARATIVA DE BENEFICIOS DE BLOCKCHAIN Y BIG DATA.....	14
FIGURA 5. ANÁLISIS DE DATOS EN TIEMPO REAL.....	16
FIGURA 6. LÍNEA DE TIEMPO. CASOS DE ÉXITO CON BLOCKCHAIN Y BIG DATA	17
FIGURA 7. MAPA DE INTEGRACIÓN	21
FIGURA 8. CUADRO RESUMEN ANÁLISIS PORTER.....	23
FIGURA 9. SISTEMA DE GESTIÓN DE ALMACENES (WMS)	25
FIGURA 10. ESQUEMA DE PRÁCTICAS SOSTENIBLES EN LA LOGÍSTICA	27
FIGURA 11. CÓMO IMPLEMENTAR CON ÉXITO LA LOGÍSTICA VERDE EN LA GESTIÓN DEL TRANSPORTE DE CARGA	30
FIGURA 12. ESCENARIOS DE EMISIONES Y TEMPERATURA GLOBAL AL 2100.....	32
FIGURA 13. GRÁFICO DE EMISIONES DE CO ₂ POR EL SECTOR TRANSPORTE	33
FIGURA 14. GRÁFICO DE LA PROPORCIÓN DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO POR SECTOR ECONÓMICO.....	34
FIGURA 15. GRÁFICO DE VENTAS MUNDIALES DE COCHES ELÉCTRICOS ENTRE 2014 Y 2024 (MILL. DE UNIDADES) .	36
FIGURA 16. VENTAS DE COMERCIO ELECTRÓNICO POR REGIÓN 2024 VS. 2029	39
FIGURA 17. LÍNEA DE TIEMPO SOBRE LA EVOLUCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN LOGÍSTICO	40
FIGURA 18. LÍNEA DE TIEMPO: EVOLUCIÓN DE LA ENTREGA DE ÚLTIMA MILLA.....	41
FIGURA 19. DIAGRAMA COMPARATIVO MODELOS TRADICIONAL Y ACTUAL.....	43
FIGURA 20. NUEVAS COMPETENCIAS DIGITALES REQUERIDAS PARA LA LOGÍSTICA DEL FUTURO	46

RESUMEN

En este TFG he querido mostrar cómo la logística se encuentra en un momento de transformación en el que resulta imprescindible apostar por la eficiencia y la sostenibilidad. A lo largo del trabajo analizo cómo la digitalización, la mejora de la última milla y la incorporación de prácticas verdes aportan ventajas competitivas, aunque también suponen retos en costes, formación y adaptación para las empresas, especialmente para las pymes. Además, incluyo casos prácticos y herramientas que evidencian la importancia de la trazabilidad y de la información en tiempo real para mejorar la coordinación en toda la cadena de suministro.

También subrayo que la resiliencia y la gestión de riesgos se han convertido en un factor clave, ya que la eficiencia por sí sola no garantiza el éxito. Por ello, reflexiono sobre la necesidad de diversificar proveedores, anticiparse a riesgos y establecer planes de contingencia que permitan mantener la continuidad operativa. Finalmente, concluyo que solo aquellas organizaciones que sepan combinar innovación tecnológica, responsabilidad ambiental y desarrollo de talento podrán afrontar con éxito los desafíos presentes y futuros del sector logístico.

ABSTRACT

In this dissertation, I wanted to show how logistics is currently undergoing a transformation where efficiency and sustainability have become essential. Throughout the project, I analyze how digitalization, last-mile optimization, and the implementation of green practices provide competitive advantages, while also presenting challenges related to costs, training, and adaptation, particularly for small and medium-sized enterprises. I also include case studies and tools that highlight the importance of traceability and real-time information in improving coordination across the entire supply chain.

I also emphasize that resilience and risk management have become a key factor, since efficiency alone does not guarantee success. For this reason, I reflect on the need to diversify suppliers, anticipate risks, and establish contingency plans that ensure operational continuity. Finally, I conclude that only those organizations capable of combining technological innovation, environmental responsibility, and talent development will be able to successfully face the present and future challenges of the logistics sector.

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría mostrar mi más sentido agradecimiento:

A mi tutora, Ana María Bedate Centeno, por su ayuda, paciencia y disposición durante el proceso de desarrollo de este TFG. Gracias por tu paciencia en la enseñanza y ayuda a defender este proyecto.

A mis padres y tíos, que me han enseñado todo lo que se. Siempre han creído en mí y son a quienes les debo todo. Gracias por haberlo dado todo por mí, vuestro amor incondicional y apoyo. Gracias por esforzaros siempre al máximo para que nunca me faltara de nada, así como transmitirme esos valores tan importantes y nunca perder la confianza en mí. Sois mi pilar fundamental en la vida. Todo lo que soy es gracias a vosotros. Os quiero.

A mi abuelo, Ángel, por acompañarme a lo largo de mi vida y darme una admiración y cariño diario. Es el mejor ejemplo no solo de abuelo, sino de la persona más bondadosa y maravillosa que puede existir. Me llena de un orgullo inmenso el poder terminar esta increíble etapa teniéndote al lado, como tanto tiempo llevábamos esperando. Gracias por hacerme la mujer más feliz.

A mis abuelos Mónica, Virgilio y María Ángeles, que no podrán ver los logros que he alcanzado, pero me acuerdo de vosotros en cada paso que doy, cada meta que alcanzo. Sé que estaríais orgullosos de mí. Gracias por cuidarme desde arriba.

A mis amigas, que son mi pilar esencial desde la infancia y me han regalado los mejores momentos de mi vida.

A mi pareja Víctor, gracias por haberme dado comprensión, amor y motivación en cada reto que se me presenta. Gracias por estar siempre el uno para el otro y hacernos tan felices. Me siento orgullosa de quienes somos juntos.

Gracias a todos los que me habéis acompañado y apoyado durante estos cinco años.

1 INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la logística en las últimas décadas ha estado marcado por una profunda transformación que responde tanto a la globalización de los mercados como a la irrupción de nuevas tecnologías y a la creciente preocupación por la sostenibilidad. La gestión de las cadenas de suministro ya no se concibe únicamente como un proceso operativo destinado a trasladar productos desde un punto de origen hasta un destino final, sino como un componente estratégico que influye de manera directa en la competitividad, la capacidad de adaptación y la reputación de las organizaciones. La logística se ha consolidado como uno de los pilares fundamentales de la competitividad empresarial en el siglo XXI. En un contexto global caracterizado por mercados interconectados, consumidores cada vez más exigentes y cambios constantes en el entorno económico, político y social, las organizaciones se ven obligadas a replantear sus procesos de gestión y distribución para garantizar tanto la eficiencia como la sostenibilidad de sus operaciones. La pandemia de la COVID-19, las tensiones geopolíticas y las crisis energéticas recientes han demostrado que disponer de cadenas de suministro flexibles, innovadoras y resilientes es un requisito indispensable para asegurar la continuidad de los negocios.

El dinamismo actual del entorno empresarial obliga a repensar continuamente las prácticas logísticas. Factores como la digitalización de la economía, el aumento del comercio electrónico, la presión normativa en materia medioambiental o la necesidad de contar con redes resilientes frente a crisis globales han situado a la logística en el centro de la toma de decisiones estratégicas. En este sentido, comprender su evolución y las tendencias que la configuran resulta esencial para anticipar los retos y oportunidades que marcarán el futuro de las empresas. A lo largo de las últimas décadas, la innovación tecnológica ha tenido un impacto decisivo en el rediseño de la logística y el comercio. El desarrollo de herramientas digitales como el big data, el blockchain, la inteligencia artificial o las plataformas colaborativas ha transformado la forma en que se gestionan los flujos de información y mercancías. Estas tecnologías han permitido alcanzar mayores niveles de trazabilidad, transparencia y rapidez en los procesos, lo que redunda en beneficios económicos y en un mejor servicio al cliente.

De manera paralela, la sostenibilidad se ha convertido en un eje ineludible dentro de la gestión logística. La creciente presión social, regulatoria y medioambiental exige que las empresas reduzcan el impacto de sus actividades, especialmente en el transporte y la distribución de mercancías. Estrategias como el uso de energías renovables, la optimización de rutas, el empleo de vehículos eléctricos o la logística inversa contribuyen a minimizar emisiones y residuos, generando además una ventaja competitiva en un

mercado donde los consumidores valoran cada vez más las prácticas responsables. La integración de criterios sostenibles en la logística no solo responde a una obligación normativa, sino que también abre nuevas oportunidades de negocio y mejora la reputación corporativa.

El auge del comercio electrónico constituye otro de los grandes motores de cambio en el sector. La expansión de los canales digitales ha incrementado de manera exponencial la demanda de entregas rápidas, seguras y personalizadas, lo que ha situado a la última milla en el centro de la discusión logística. Este tramo final de la distribución, considerado el más costoso y complejo, se ha convertido en un verdadero desafío operativo que obliga a las empresas a innovar en modelos de entrega, a aprovechar infraestructuras urbanas alternativas y a buscar un equilibrio entre eficiencia, sostenibilidad y satisfacción del cliente. La transformación digital y la introducción de nuevas herramientas tecnológicas no solo exigen inversiones materiales, sino también un cambio en la gestión del talento. El capital humano desempeña un papel decisivo, pues la capacidad de adaptación de las personas y su formación continua determinan en gran medida el éxito de los procesos de modernización. En este escenario, las organizaciones deben replantear sus estrategias de formación, liderazgo y gestión de competencias para alinear a sus equipos con los objetivos de innovación y sostenibilidad.

Por otro lado, la creciente complejidad de los entornos globales ha puesto de relieve la importancia de la resiliencia y la gestión de riesgos en las cadenas de suministro. Las experiencias recientes han mostrado cómo factores externos, muchas veces impredecibles, pueden alterar de forma drástica el funcionamiento de la logística. La capacidad de anticiparse a estos riesgos, diseñar planes de contingencia y asegurar la continuidad de las operaciones se ha convertido en un elemento esencial para la supervivencia de las empresas y para la estabilidad del comercio internacional.

Este Trabajo de Fin de Grado se plantea con el objetivo de analizar los principales vectores de cambio en el ámbito logístico y comercial. La estructura del trabajo responde a una lógica progresiva. En primer lugar, se presentan los fundamentos teóricos y conceptuales de la logística y su evolución en un contexto global. Posteriormente, se abordan los diferentes ámbitos de innovación y sostenibilidad que inciden directamente en la práctica empresarial. A continuación, se estudian fenómenos como el comercio electrónico y la última milla, que han redefinido las expectativas de los consumidores y generado nuevas exigencias para el sector. Más adelante, se analizan los desafíos vinculados a la gestión de los recursos humanos en entornos digitalizados y, finalmente, se examinan las estrategias orientadas a reforzar la resiliencia de las cadenas de suministro frente a situaciones de incertidumbre. A través de este recorrido se busca

ofrecer una visión integral que permita comprender cómo estos elementos se interrelacionan y configuran el futuro de la logística.

2 INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN LA LOGÍSTICA Y EL COMERCIO

La logística y el comercio atraviesan un proceso de transformación profunda impulsado por los avances tecnológicos. La incorporación de herramientas como la inteligencia artificial, el blockchain, el big data y las plataformas digitales está modificando la manera en que se gestionan los flujos de información, los procesos operativos y la relación con los clientes. Estas tecnologías no solo mejoran la eficiencia y reducen costes, sino que también refuerzan la trazabilidad, la sostenibilidad y la capacidad de adaptación en entornos cada vez más competitivos. En los apartados siguientes se analizará el impacto de cada una de estas innovaciones en la cadena de suministro, así como los retos y oportunidades que plantean para las empresas que buscan mantenerse a la vanguardia del mercado global.

2.1 Impacto de la Inteligencia Artificial en la cadena de suministro

La gestión de la cadena de suministro ha evolucionado significativamente con la incorporación de nuevas tecnologías. En este contexto, la inteligencia artificial (IA) ha emergido como un elemento clave para optimizar procesos logísticos, mejorar la precisión de las previsiones y facilitar la toma de decisiones estratégicas. Según el estudio de Calle García et al. (2024), la IA "conlleva beneficios significativos" al permitir que las empresas reduzcan costos, minimicen errores y mejoren su eficiencia operativa.

Un aspecto fundamental del impacto de la IA en la cadena de suministro es su capacidad para optimizar la planificación de la demanda. Empresas como Walmart y Procter & Gamble han implementado algoritmos avanzados que han permitido una reducción del 20% al 30% en los niveles de inventario, además de una mejora sustancial en la precisión de las previsiones de ventas. Esto demuestra que la IA no solo reduce los costos operativos, sino que también aumenta la capacidad de respuesta ante fluctuaciones del mercado. Otro beneficio importante es el mantenimiento predictivo, el cual permite anticipar fallos en los equipos mediante el análisis de datos en tiempo real. Empresas como DHL han aplicado esta estrategia para reducir en un 25% los tiempos de inactividad de su flota de transporte, mejorando la eficiencia general de sus operaciones. Esto no solo evita interrupciones inesperadas, sino que también optimiza el uso de recursos.

Sin embargo, la implementación de la IA en la cadena de suministro no está exenta de desafíos. Aspectos como la calidad de los datos, la integración con sistemas existentes

y la resistencia al cambio dentro de las organizaciones pueden dificultar su adopción. A pesar de ello, el avance continuo de la tecnología sugiere que las empresas que inviertan en IA estarán mejor posicionadas para enfrentar un mercado cada vez más competitivo.

En conclusión, la inteligencia artificial se ha convertido en un factor determinante para la evolución de la cadena de suministro. Su capacidad para mejorar la precisión de las previsiones, reducir costos y optimizar procesos logísticos representa una ventaja competitiva clave para las empresas. A medida que las tecnologías sigan desarrollándose, su integración será cada vez más esencial para mantener la eficiencia y la rentabilidad en el sector empresarial.

2.1.1 Predicción de demanda y Riesgos laborales producidos por la IA

En el contexto actual de digitalización acelerada, la inteligencia artificial (IA) se ha convertido en un pilar transformador dentro de las cadenas de suministro, especialmente en lo referente a la predicción de la demanda. Esta capacidad predictiva se sustenta en algoritmos avanzados que analizan grandes volúmenes de datos históricos y en tiempo real, permitiendo anticiparse a las fluctuaciones del mercado, optimizar los niveles de inventario y reducir tanto el desperdicio de productos como los costos logísticos. La implementación de estas tecnologías ha demostrado, en diversos casos, ser una estrategia eficaz para incrementar la eficiencia operativa y, simultáneamente, minimizar el impacto ambiental, dado que evita la sobreproducción y el almacenamiento innecesario de mercancías.

No obstante, la integración de la IA en estos procesos presenta ciertas dificultades. Una de las más relevantes desde el punto de vista ético y social son los riesgos laborales que conlleva. La automatización que acompaña a la IA puede desembocar en el desplazamiento de trabajadores, especialmente en tareas operativas repetitivas, lo que plantea interrogantes sobre el futuro del empleo en sectores logísticos y de manufactura. Asimismo, el manejo de datos sensibles y la toma de decisiones autónomas por parte de sistemas inteligentes pueden generar tensiones en torno a la responsabilidad, transparencia y equidad en el entorno laboral. Es necesario, por tanto, que las empresas adopten una visión crítica y proactiva frente a estos riesgos, promoviendo estrategias de reentrenamiento y reconversión laboral.

Como se recoge en una reciente revisión sobre el papel dual de la IA en la sostenibilidad de las cadenas de suministro, si bien esta tecnología optimiza procesos clave como la predicción de la demanda y el consumo energético, también introduce retos significativos en términos de consumo eléctrico, gobernanza de datos y equidad en el

acceso a la tecnología (Amado Mateus, 2024). De ahí que su implementación deba estar acompañada de políticas que prioricen tanto la sostenibilidad operativa como el bienestar de las personas que forman parte del sistema productivo.

2.1.2 Optimización de rutas de distribución

La inteligencia artificial (IA) ha emergido como una herramienta transformadora en la gestión de cadenas de suministro, siendo la optimización de rutas de distribución una de sus aplicaciones más destacadas. Mediante el uso de algoritmos de aprendizaje automático y análisis de datos en tiempo real, la IA permite identificar trayectos más eficientes, adaptados a variables como el tráfico, condiciones climáticas y disponibilidad de recursos, lo que se traduce en una notable reducción de tiempos de entrega, costes operativos y emisiones contaminantes.

La implementación de estas tecnologías en sistemas de transporte no solo mejora la eficiencia logística, sino que también tiene un impacto directo en la sostenibilidad ambiental. Al evitar rutas innecesarias o ineficientes, se disminuye el consumo de combustibles fósiles y, en consecuencia, la huella de carbono de las operaciones logísticas. Empresas líderes ya han reportado ahorros energéticos y económicos significativos mediante el uso de sistemas basados en IA para la planificación de rutas. Esta tendencia muestra que la inteligencia artificial no solo responde a una necesidad tecnológica, sino también a una exigencia ética de responsabilidad ambiental.

Sin embargo, la optimización inteligente de rutas también plantea desafíos. Uno de ellos es la complejidad de integrar datos provenientes de múltiples fuentes —vehículos, infraestructuras, sensores urbanos— de forma coherente y segura. Además, su implementación requiere inversiones iniciales considerables y personal capacitado, lo cual puede limitar el acceso a estas tecnologías en pequeñas y medianas empresas.

Según se expone en una revisión reciente sobre IA en sostenibilidad de cadenas de suministro, la capacidad de esta tecnología para redefinir rutas de transporte representa uno de los avances más efectivos tanto en términos de eficiencia operativa como de reducción de emisiones contaminantes, siendo una herramienta clave para alcanzar los objetivos de sostenibilidad empresarial en el corto y largo plazo (Amado Mateus, 2024).

2.1.3 Costes iniciales y falta de capacitación

La transformación digital de las cadenas de suministro mediante inteligencia artificial (IA) promete eficiencia operativa, reducción de emisiones y mayor capacidad de respuesta ante los cambios del mercado. Sin embargo, esta transición tecnológica está

marcada por desafíos estructurales que no pueden pasarse por alto. Entre los más importantes se encuentran los altos costes iniciales de implementación y la escasa capacitación del personal, que limitan el acceso y la adopción efectiva de estas herramientas, especialmente en pequeñas y medianas empresas (pymes).

Los sistemas basados en IA requieren inversiones sustanciales en infraestructura digital, adquisición de hardware especializado y desarrollo de soluciones personalizadas. A esto se suma la necesidad de contar con personal altamente cualificado, capaz de gestionar algoritmos complejos y analizar grandes volúmenes de datos. Muchas organizaciones no disponen ni de los recursos financieros ni del capital humano necesarios para afrontar estos cambios, lo que genera una brecha tecnológica significativa entre grandes corporaciones y empresas de menor tamaño.

Además, la carencia de programas de formación específicos en IA y sostenibilidad acentúa el problema. La falta de capacitación adecuada limita no solo la operatividad de estas herramientas, sino también su aceptación dentro de las organizaciones. En consecuencia, los beneficios potenciales de la IA —como la automatización eficiente o la optimización de procesos logísticos— se ven comprometidos por la resistencia al cambio y la falta de competencias técnicas.

Todas estas barreras estructurales dificultan que muchas empresas puedan avanzar hacia modelos más sostenibles y competitivos. Es necesario que las políticas públicas y las estrategias empresariales contemplen incentivos financieros, formación especializada y acceso equitativo a tecnologías emergentes para democratizar su implementación y garantizar su eficacia a largo plazo (Amado Mateus, 2024).

2.1.4 Futuro de la IA en la logística y en el comercio

La integración de la inteligencia artificial (IA) en los sistemas logísticos y comerciales está redefiniendo profundamente la cadena de suministro global. En un contexto de transformación digital, la aplicación de tecnologías inteligentes se ha convertido en un pilar estratégico para mejorar la eficiencia, la sostenibilidad y la competitividad de las empresas en un entorno cada vez más globalizado y exigente. Como señalan Álvarez-Palau y Viu Roig (2018), la logística del mañana debe entenderse dentro de un contexto cambiante, en el que la digitalización y la innovación tecnológica son los ejes centrales del desarrollo económico.

La IA permite optimizar rutas, predecir la demanda, gestionar inventarios en tiempo real y automatizar procesos operativos, reduciendo costes y tiempos de entrega. Empresas como Amazon o DHL ya implementan algoritmos de predicción del comportamiento del

consumidor o sistemas de planificación anticipada de envíos, lo que les permite adelantarse a la demanda del mercado. Esta capacidad predictiva no solo mejora el servicio al cliente, sino que también favorece una logística más eficiente desde el punto de vista energético y ambiental.

Uno de los cambios más significativos impulsados por la IA es la transición hacia un modelo de logística interconectada o “physical internet”, cuya meta es alcanzar una integración total y digital de todos los nodos de la cadena de suministro para 2050 (Ver Figura 1). Este modelo implica una interoperabilidad completa de sistemas de información transporte y almacenamiento, con flujos automatizados y datos compartidos entre actores. En palabras de los autores, se trata de construir “redes logísticas abiertas y completamente operativas”, en las que la toma de decisiones se realice en tiempo real y con criterios de sostenibilidad, fiabilidad y seguridad (Álvarez-Palau y Viu Roig, 2018).

Figura 1. Tabla de hoja de ruta de la industria europea hacia el pyshical internet

Estrategias	Logística urbana	Redes globales de suministro colaborativas y coordinadas	Corredores, centros intermodales y sincromodalidad	Cadenas de suministro seguras, fiables y sostenibles	Sistemas de información para la interconexión logística
Objetivo 2020	Definición y análisis de nuevas oportunidades y modelos de negocio	Colaboración horizontal	Creación de hubs e integración de redes	Orientación confluyente de objetivos económicos, sociales, ambientales y fiabilidad	Interoperabilidad entre redes aplicada a la logística
Objetivo 2030	Sistemas de distribución automáticos y eficientes	Integración de producción y logística	Diseño innovador de la cadena de suministro e integración de servicios	Toma de decisión integral en cadenas de suministro de principio a fin	Visibilidad completa de la cadena de suministro
Objetivo 2040	Logística urbana sostenible e integral	Redes de aprovisionamiento abiertas	Servicios sincromodales puerta a puerta	Cadenas de suministro fiables para una economía circular	Redes logísticas abiertas y completamente operativas
Objetivo 2050	PHYSICAL INTERNET				

Fuente: Adaptado de Álvarez-Palau y Viu Roig (2018), sobre la base de ETP-ALICE roadmap (<http://www.etp-logistics.eu/>).

En el ámbito del comercio, la IA también transforma la manera en que las empresas interactúan con sus clientes. Desde chatbots que atienden consultas hasta sistemas de recomendación personalizados, la inteligencia artificial permite ofrecer experiencias de compra más ágiles y adaptadas a cada usuario. A nivel estratégico, esto se traduce en una mejora de la fidelización y una mayor conversión en las ventas.

No obstante, esta revolución tecnológica plantea nuevos retos en el ámbito regulatorio y formativo. Por un lado, las administraciones públicas deben adaptar los marcos normativos a realidades como el uso de drones, el transporte autónomo o la protección de datos generados por la IA. Por otro lado, se hace imprescindible una actualización de las competencias profesionales. La formación de futuros profesionales logísticos debe incorporar habilidades tecnológicas, capacidad de análisis de datos, dominio de sistemas digitales y una comprensión global del negocio.

En definitiva, la inteligencia artificial es el motor de una transformación estructural tanto en la logística como en el comercio. Su implementación no es opcional, sino una condición para la supervivencia y el liderazgo en la economía digital. Tal y como concluyen Álvarez-Palau y Viu Roig (2018), solo mediante una visión estratégica compartida entre industria, instituciones públicas y comunidad educativa será posible afrontar con éxito los desafíos del futuro.

2.1.5 Análisis DAFO del uso de la IA en la Logística

La incorporación de la inteligencia artificial (IA) en el ámbito logístico ha supuesto una transformación estructural en la gestión de la cadena de suministro.

- **Fortalezas:** En términos de fortalezas, la IA permite optimizar de forma sustancial los procesos operativos. Tal como señalan Calle García et al. (2024), las empresas que integran esta tecnología pueden reducir costes, minimizar errores y, sobre todo, mejorar su capacidad para anticiparse a las fluctuaciones del mercado. Gracias al uso de algoritmos predictivos, compañías líderes como Walmart o Procter & Gamble han logrado reducir entre un 20% y un 30% sus niveles de inventario, a la vez que han incrementado la precisión de las previsiones de ventas. Esta optimización no solo se traduce en mejoras operativas, sino también en impactos positivos sobre la sostenibilidad, al reducir el exceso de producción y almacenamiento innecesario.

Otra de las ventajas clave radica en la posibilidad de aplicar mantenimiento predictivo, lo que permite prever fallos técnicos y reducir los tiempos de inactividad de la flota, como ya ha demostrado la experiencia de DHL.

A su vez, la IA aporta herramientas para planificar rutas de distribución de forma inteligente, adaptándose en tiempo real a condiciones climáticas, tráfico o disponibilidad de recursos. Este tipo de planificación, según Amado Mateus (2024), representa uno de los avances más efectivos tanto en términos de eficiencia logística como de reducción de emisiones contaminantes, alineándose con los objetivos de sostenibilidad ambiental y eficiencia energética.

- **Debilidades:** Uno de los principales obstáculos es el elevado coste inicial que requiere su implementación. Las inversiones en infraestructura tecnológica, capacitación de personal e integración de sistemas digitales representan un desafío considerable para muchas organizaciones, especialmente las pequeñas y medianas empresas.

Otra debilidad relevante es la fuerte dependencia de datos precisos y actualizados. Como señala Amado Mateus (2024), la calidad de la información es un factor determinante en el rendimiento de los sistemas inteligentes. Si los datos que alimentan los algoritmos no son fiables, los resultados pueden generar decisiones erróneas, comprometiendo la eficiencia de la cadena de suministro.

A esto se suma el debate ético en torno a los riesgos laborales asociados a la automatización. La sustitución de tareas operativas por sistemas inteligentes plantea importantes interrogantes sobre el futuro del empleo en el sector logístico, una preocupación ya apuntada por Brynjolfsson y McAfee (2014).

- **Oportunidades:** La IA se perfila como una herramienta esencial para avanzar hacia un modelo de logística digital e interconectada. Según Álvarez-Palau y Viu Roig (2018), el concepto de “physical internet” prevé una integración total de los nodos logísticos antes del año 2050, con sistemas automatizados, interoperables y sostenibles. Esta transformación no solo optimiza los flujos de transporte, sino que facilita la toma de decisiones en tiempo real.

Además, la integración de la IA con tecnologías como Blockchain y Big Data abre nuevas posibilidades para mejorar la trazabilidad y la seguridad en la cadena de suministro. Estas herramientas permiten establecer relaciones horizontales más eficaces entre proveedores y clientes, eliminando intermediarios y favoreciendo una colaboración basada en la confianza (García-Sánchez y Medina-Pérez, 2021).

Al mismo tiempo, se está produciendo una revolución en la logística, con el desarrollo de soluciones como drones, vehículos autónomos y

microalmacenes inteligentes, lo que potencia la capacidad de respuesta ante la creciente demanda del comercio electrónico.

- **Amenazas:** la brecha tecnológica entre grandes corporaciones y pymes. Mientras que las primeras cuentan con recursos para incorporar estas tecnologías de forma integral, las segundas enfrentan limitaciones económicas y técnicas que podrían relegarlas a un segundo plano competitivo.

Asimismo, el avance acelerado de la IA supera la capacidad actual de adaptación de los marcos normativos. También debe considerarse la exposición a ciberataques, ya que el funcionamiento de estos sistemas depende de redes digitales interconectadas. La descentralización que ofrece Blockchain mitiga parte de este riesgo, pero no lo elimina por completo.

Finalmente, el funcionamiento de la infraestructura tecnológica asociada a la IA, como los centros de procesamiento de datos, conlleva un alto consumo energético que, en algunos casos, puede contradecir los objetivos de sostenibilidad que inicialmente persigue.

La Figura 2 resume el Análisis DAFO y la Figura 3 ilustra las ventajas y desventajas de utilizar la IA, tanto para empresas como para empleados.

Figura 2. Cuadro resumen Análisis DAFO

DEBILIDADES	AMENAZAS
- Alto coste de implementación e infraestructura digital - Déficit de personal cualificado en tecnologías de IA - Resistencia cultural al cambio tecnológico - Dependencia de datos de alta calidad para obtener resultados fiables - Riesgo de sustitución de empleos por automatización	- Brecha tecnológica entre grandes corporaciones y pymes - Lag regulatorio respecto a uso de IA, protección de datos y automatización - Amenazas de ciberseguridad en sistemas digitales interconectados - Impacto ecológico de la infraestructura digital de IA (centros de datos, servidores, etc.) - Fragmentación tecnológica e incompatibilidad entre plataformas de gestión logística
FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
- Mejora en predicción de demanda e inventario - Reducción de emisiones mediante rutas optimizadas - Mantenimiento predictivo que minimiza fallos - Automatización de procesos con reducción de errores - Decisiones estratégicas más ágiles con Big Data	- Evolución hacia el Physical Internet y redes logísticas digitales - Integración de IA con Blockchain y Big Data para trazabilidad total - Innovaciones en entrega urbana (drones, vehículos autónomos) - Fidelización del cliente a través de servicios personalizados e inteligentes - Posible apoyo institucional para impulsar la transformación digital en logística

Fuente: Elaboración propia

Figura 3. Infografía de ventajas y desventajas de la IA



Fuente: Elaboración propia

2.2 Blockchain y Big Data en la optimización logística

En el marco de la transformación digital que vive la economía global, el sector logístico se encuentra en una etapa de profunda redefinición, impulsada por tecnologías emergentes como Blockchain y Big Data. Estas herramientas no solo están modernizando la manera en que se gestionan los flujos físicos de productos, sino también transformando la estructura de las relaciones entre proveedores, distribuidores y consumidores. Tal como afirman Queiroz et al. (2019), “blockchain is an emerging technology with the potential to drastically improve supply chain transparency, efficiency, and reliability” (p. 1). Esta afirmación subraya cómo su adopción puede constituir una ventaja competitiva clave en un mercado cada vez más exigente.

Blockchain, como base de datos distribuida y segura, ofrece una trazabilidad inalterable de cada evento en la cadena de suministro. Esto permite, por ejemplo, saber con precisión el origen de un producto, su localización exacta en tiempo real y las condiciones bajo las cuales ha sido transportado. En combinación con sensores IoT (Internet of Things) y plataformas de monitoreo, cada nodo puede registrar datos como temperatura, humedad o tiempo de exposición, asegurando el cumplimiento de normativas sanitarias o de sostenibilidad. A su vez, esta tecnología reduce notablemente la posibilidad de fraudes o manipulaciones, al impedir alteraciones una vez los datos han sido registrados en la cadena de bloques.

Por su parte, Big Data proporciona una capacidad de análisis sin precedentes. Al gestionar volúmenes masivos de datos generados por sistemas ERP (Enterprise Resource Planning), dispositivos móviles, redes sociales y sensores, permite anticipar la demanda, prever interrupciones logísticas o detectar patrones de comportamiento que mejoran la eficiencia operativa. El uso conjunto de algoritmos predictivos y visualización en tiempo real habilita a los responsables logísticos a tomar decisiones fundamentadas, ágiles y ajustadas a las necesidades del mercado. En este sentido, el Big Data no se limita al análisis retrospectivo, sino que actúa como motor de optimización continua.

El verdadero potencial surge cuando ambas tecnologías se integran. Por ejemplo, en una empresa de distribución de alimentos perecederos, blockchain puede garantizar la trazabilidad completa de los productos desde su origen, mientras que Big Data permite identificar qué rutas o almacenes suponen mayores riesgos de deterioro y cómo ajustar las entregas según el comportamiento del consumidor. Además, en tiempos de crisis como la pandemia de COVID-19, se ha evidenciado el valor de contar con sistemas logísticos resilientes, donde la visibilidad, la agilidad y la confianza entre los agentes resultan fundamentales.

No obstante, esta revolución tecnológica también plantea importantes retos. Entre ellos, destaca la necesidad de contar con infraestructuras digitales robustas, talento humano capacitado, y marcos normativos que regulen el uso responsable de los datos. Muchas empresas aún muestran reticencias debido al coste de implementación, la falta de interoperabilidad entre plataformas y la complejidad técnica de estas soluciones. Sin embargo, la tendencia apunta a una democratización de estas tecnologías, especialmente a través de soluciones en la nube y plataformas colaborativas. La Figura 4 sintetiza los beneficios de estas dos tecnologías.

Figura 4. Tabla comparativa de beneficios de Blockchain y Big Data

Aspecto	Blockchain	Big Data
Trazabilidad	Registro inmutable de cada punto de la cadena	Análisis de patrones de movimiento
Seguridad	Protección criptográfica y validación descentralizada	Detección de anomalías en grandes volúmenes de datos
Optimización de rutas	-	Algoritmos de predicción y rutas inteligentes
Reducción de costes	Eliminación de intermediarios	Optimización de recursos en tiempo real
Toma de decisiones	Transparencia en operaciones	Apoyo en decisiones con base en datos históricos

Fuente: Elaboración propia

2.2.1 Cómo mejora la seguridad de las transacciones

La seguridad en las transacciones es uno de los pilares fundamentales en el comercio internacional y la gestión logística. La aplicación de tecnologías disruptivas como Blockchain representa un avance significativo en este ámbito, permitiendo un sistema de registro descentralizado, transparente y difícilmente manipulable. Tal como señalan Santos y Ramos (2020), blockchain permite que todas las transacciones queden registradas en bloques enlazados criptográficamente, lo cual impide su modificación posterior sin alterar toda la cadena. Esta característica convierte a esta tecnología en una solución eficaz frente a los desafíos de fraude, falsificación documental y errores en la cadena de suministro.

En el contexto logístico, cada movimiento de mercancía, validación documental, o confirmación de entrega puede quedar reflejado en la cadena de bloques. Esto aporta una trazabilidad completa e inalterable del proceso, permitiendo a todos los actores de la cadena acceder a una versión común, verificada y segura de los datos. Esto elimina la dependencia de intermediarios para validar operaciones, reduce la opacidad de los procesos y mejora la confianza entre proveedores, clientes y entidades reguladoras.

Además, blockchain posibilita la implementación de contratos inteligentes (smart contracts), que se activan automáticamente ante el cumplimiento de determinadas condiciones preestablecidas. Este tipo de herramientas no solo agilizan los procesos transaccionales, sino que eliminan riesgos asociados a incumplimientos contractuales, mejorando así la seguridad jurídica en entornos globalizados y de alta complejidad operativa.

Los beneficios en seguridad no se limitan a la protección de la información, sino también a la resistencia a ciberataques. Al no existir un servidor central que almacene los

datos, se reduce drásticamente la posibilidad de que una brecha comprometa el sistema en su totalidad. Como afirman Santos y Ramos (2020), “la estructura descentralizada y el uso de algoritmos criptográficos permiten que la información contenida en la red blockchain sea virtualmente inviolable” (p. 148).

2.2.2 *Análisis de datos en tiempo real*

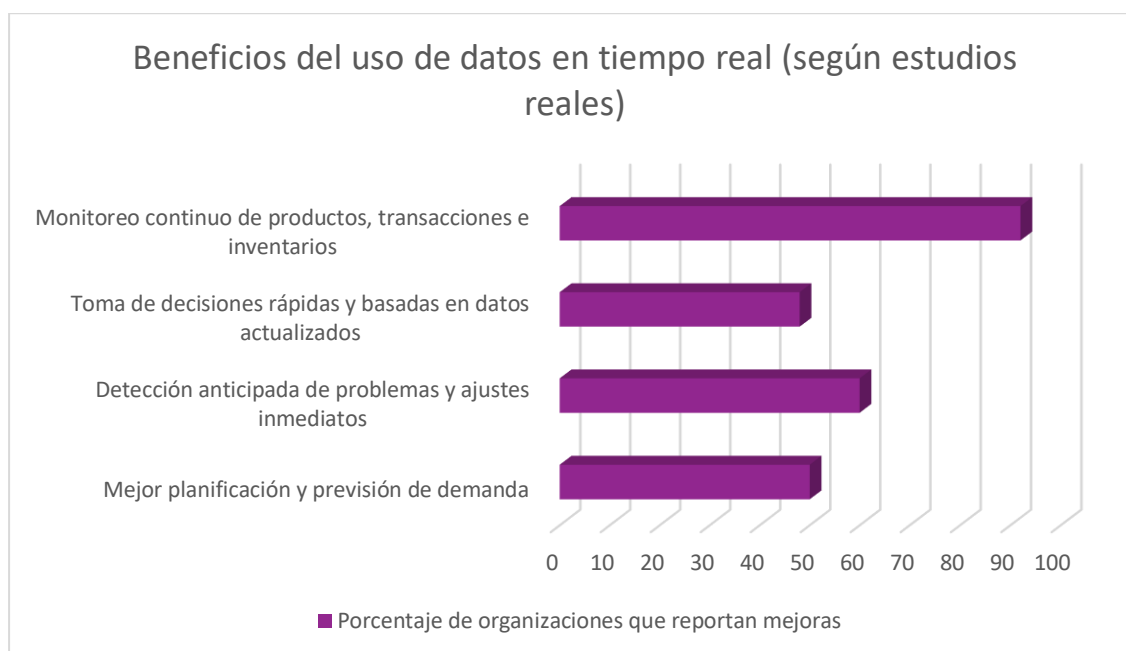
En la gestión de la cadena de suministro, la capacidad para analizar datos en tiempo real se ha vuelto un componente esencial para mejorar la eficiencia operativa y la toma de decisiones informadas. La integración de tecnologías como blockchain en este proceso ofrece una ventaja significativa al garantizar la transparencia, la seguridad y la disponibilidad inmediata de la información a todas las partes involucradas en la cadena de suministro.

El análisis de datos en tiempo real permite a las empresas monitorear continuamente el estado de sus productos, las transacciones realizadas, los niveles de inventarios y el progreso de los envíos. Con blockchain, cada transacción registrada en el sistema es accesible de forma instantánea para los participantes autorizados, lo que elimina las demoras asociadas con la recopilación de información de diversas fuentes y reduce la dependencia de intermediarios. Esto, a su vez, facilita la toma de decisiones más rápidas y basadas en datos actualizados.

El acceso en tiempo real a la información no solo mejora la visibilidad de las operaciones, sino que también ayuda a identificar posibles problemas de forma anticipada. Si se detectan discrepancias, como retrasos en el transporte o problemas de calidad con los productos, se pueden implementar soluciones de manera inmediata. Esto minimiza el impacto negativo que estas incidencias pueden tener en la cadena de suministro y, por ende, en la relación con los clientes y otros socios comerciales.

La siguiente “Figura 5” evalúa la relevancia de distintas ventajas del uso de datos en tiempo real o de sistemas de información en la gestión empresarial.

Figura 5. Análisis de Datos en Tiempo Real



Fuente: Elaboración propia

2.2.3 Nuevas formas de trabajo y colaboración

La irrupción de tecnologías digitales avanzadas como Big Data y Blockchain ha generado un cambio estructural en los modelos de trabajo dentro de las cadenas de suministro. Tradicionalmente, la logística y la gestión de operaciones se han basado en relaciones jerárquicas, flujos de información unidireccionales y acuerdos bilaterales entre proveedores y distribuidores. Sin embargo, el contexto actual exige modelos colaborativos más dinámicos, horizontales y basados en la confianza y el intercambio constante de datos.

Según García-Sánchez y Medina-Pérez (2021), la incorporación de estas tecnologías impulsa una colaboración interorganizativa más eficaz, ya que permite compartir grandes volúmenes de datos en tiempo real entre los distintos agentes que intervienen en la cadena logística. De este modo, se fomenta la transparencia y se facilita la toma de decisiones conjunta, basada en información verificada y actualizada.

Por ejemplo, el uso de Blockchain permite establecer entornos de confianza sin necesidad de intermediarios mediante el uso de registros inmutables y contratos inteligentes. Esto significa que diferentes actores logísticos pueden operar bajo condiciones previamente definidas y ejecutadas de forma automática, reduciendo costes administrativos y tiempos de espera. Al mismo tiempo, Big Data permite procesar y analizar información operativa a gran escala, anticipando necesidades logísticas y optimizando recursos de forma colaborativa.

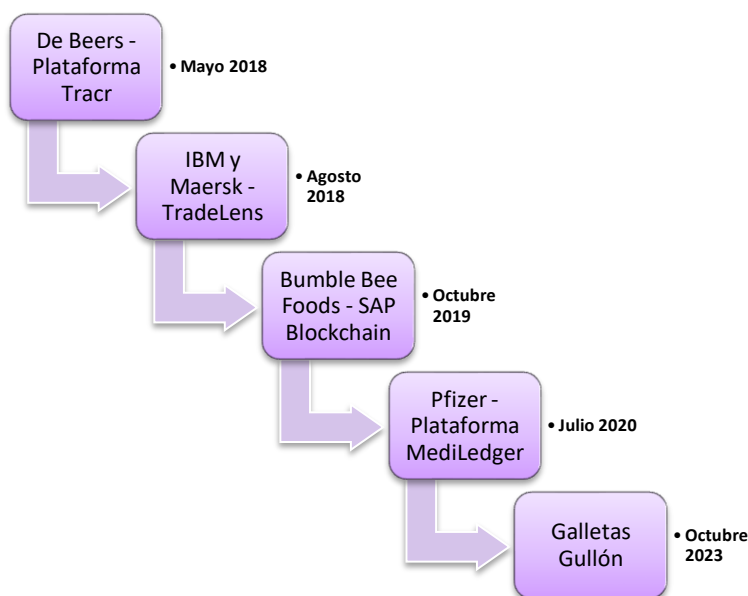
Los autores destacan que estas tecnologías no solo optimizan los procesos, sino que transforman profundamente la cultura organizativa, promoviendo estructuras más abiertas, flexibles y orientadas a la cooperación. En lugar de operar de forma reactiva, las organizaciones pueden planificar de manera predictiva y coordinada, gestionando riesgos y adaptándose a cambios de demanda o interrupciones de forma más eficiente.

En este sentido, las nuevas formas de trabajo no son únicamente una cuestión tecnológica, sino también estratégica. Las empresas que integran estos enfoques colaborativos a través de herramientas digitales tienen más capacidad para innovar, adaptarse y competir en un mercado global interconectado y exigente.

2.2.4 Casos de éxito de empresas que usan Blockchain y Big Data

La integración de tecnologías emergentes como blockchain y big data ha permitido a diversas empresas optimizar sus procesos, mejorar la trazabilidad y aumentar la transparencia en sus operaciones. A continuación, se presentan algunos casos destacados recientes (ver Figura 6), que ilustran el impacto positivo de estas tecnologías en distintos sectores.

Figura 6. Línea de Tiempo. Casos de Éxito con Blockchain y Big Data



Fuente: Elaboración propia

1. De Beers: Trazabilidad de diamantes

La compañía minera De Beers ha implementado la plataforma Tracr, basada en blockchain, para rastrear el recorrido de los diamantes desde su extracción hasta su venta final. Esta iniciativa busca garantizar la autenticidad y procedencia ética de las piedras

preciosas, combatiendo el comercio de diamantes de conflicto. Actualmente, Tracr registra más de 600,000 diamantes, lo que representa aproximadamente el 15% de la producción mundial, con un valor estimado de más de 2,000 millones de dólares.

2. IBM y Maersk: Eficiencia en la cadena de suministro

IBM y la empresa naviera Maersk han desarrollado la plataforma TradeLens, que utiliza blockchain para digitalizar y asegurar la información relacionada con el transporte marítimo de mercancías. Esta herramienta permite a los participantes de la cadena logística acceder a datos en tiempo real sobre el estado de los envíos, mejorando la eficiencia operativa y reduciendo los tiempos de procesamiento.

3. Pfizer: Seguridad en la cadena farmacéutica

Pfizer, en colaboración con Chronicled, ha adoptado la plataforma MediLedger para mejorar la trazabilidad y seguridad de los medicamentos. Utilizando blockchain, se crea un registro inmutable de cada producto farmacéutico, permitiendo rastrear información como números de lote, ubicaciones y fechas de vencimiento. Esta iniciativa busca garantizar que los pacientes reciban medicamentos genuinos y seguros, reduciendo la proliferación de productos falsificados.

4. Gullón: Transformación digital en la industria alimentaria

La empresa española Galletas Gullón ha sido reconocida por su transformación digital, integrando tecnologías como big data y blockchain en sus procesos productivos y logísticos. La implementación de un sistema de trazabilidad digital ha mejorado la seguridad alimentaria y la transparencia con los consumidores, consolidando su compromiso con la innovación y la sostenibilidad.

5. Bumble Bee Foods: Transparencia en productos del mar

Bumble Bee Foods ha colaborado con SAP para implementar una solución basada en blockchain que permite a los consumidores rastrear el origen de los productos del mar. Mediante el escaneo de códigos QR, los clientes pueden acceder a información detallada sobre la captura y procesamiento del pescado, promoviendo la sostenibilidad y la confianza en la cadena de suministro.

Estos casos evidencian cómo la adopción de blockchain y big data puede transformar positivamente las operaciones empresariales, mejorando la trazabilidad, seguridad y eficiencia en diversos sectores industriales.

2.3 Plataformas digitales y su impacto en la logística global

En la era de la transformación digital, las plataformas tecnológicas han emergido como actores clave en la redefinición de las operaciones logísticas a nivel mundial. Estas herramientas digitales facilitan la conexión entre distintos eslabones de la cadena de suministro, optimizando procesos y mejorando la eficiencia operativa.

La implementación de plataformas digitales permite una mayor visibilidad y trazabilidad en las operaciones logísticas. Mediante el uso de tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT) y el análisis de datos en tiempo real, las empresas pueden monitorear el estado de sus envíos, anticipar posibles retrasos y tomar decisiones informadas para mitigar riesgos. Este nivel de control contribuye a una mayor satisfacción del cliente y a una reducción de costos operativos.

Además, las plataformas digitales fomentan la colaboración entre diferentes actores del sector logístico. Al centralizar la información y facilitar la comunicación entre proveedores, transportistas y clientes, se promueve una coordinación más efectiva y una respuesta más ágil a las demandas del mercado. Esta sinergia es esencial para adaptarse a un entorno comercial dinámico y competitivo.

Sin embargo, la adopción de estas plataformas también presenta desafíos. La integración de nuevas tecnologías requiere inversiones significativas en infraestructura y capacitación del personal. Además, la dependencia de sistemas digitales aumenta la vulnerabilidad a ciberataques y plantea preocupaciones en torno a la privacidad y seguridad de los datos.

2.3.1 Tipos de plataformas logísticas digitales

El desarrollo de plataformas logísticas digitales ha dado lugar a una amplia variedad de soluciones especializadas que responden a las nuevas exigencias del comercio global. Entre las más destacadas se encuentran los sistemas de gestión de transporte (TMS), diseñados no solo para planificar rutas, sino para gestionar la ejecución del transporte en tiempo real, automatizar procesos documentales, controlar costes logísticos y facilitar auditorías. A diferencia de sistemas tradicionales, los TMS actuales integran algoritmos de optimización y se conectan con sistemas ERP y GPS, lo que permite una coordinación precisa entre proveedores, transportistas y destinatarios.

Estos sistemas también contribuyen a cumplir con normativas de seguridad y sostenibilidad, gracias a su capacidad para registrar trazabilidad documental, emisiones de CO₂ y uso de recursos. Así, no se trata únicamente de una herramienta de eficiencia, sino

de una plataforma de gobernanza logística. En palabras de Boyano y Machado (2020), “la Gestión del Sistema de Transporte se caracteriza en abaratar costos para clientes e indica mejores prácticas de transporte en la Cadena de Suministro” (p. 141), lo que evidencia su rol estratégico más allá del ahorro económico.

Por otro lado, las plataformas de visibilidad en tiempo real representan una evolución importante en la gestión logística basada en datos. Estas herramientas recogen información de sensores, dispositivos IoT y canales digitales que permiten monitorizar continuamente variables como ubicación, temperatura, humedad, estado de tránsito y nivel de servicio. Esta información se presenta mediante dashboards interactivos y alertas inteligentes, permitiendo tomar decisiones antes de que ocurra una disrupción.

Un caso relevante son las plataformas que permiten analizar, en tiempo real, la fiabilidad de proveedores o la saturación en centros logísticos, lo cual era prácticamente imposible con los modelos operativos convencionales. Lara Martínez, et al. (2023) afirman que estas herramientas permiten “una toma de decisiones más informada” al transformar “datos en bruto en información procesable y estratégica” (p. 3), reforzando así el enfoque predictivo frente al reactivo.

Estas plataformas también ofrecen beneficios en trazabilidad regulatoria y atención al cliente, ya que permiten compartir información transparente y verificable con autoridades, aseguradoras o usuarios finales. No obstante, su integración suele requerir interoperabilidad con otros sistemas empresariales CRM, WMS, ERP (Customer Relationship Management, Warehouse Management System, Enterprise Resource Planning), y, un tratamiento ético de los datos que garantice la privacidad, lo cual representa un desafío técnico y normativo creciente.

2.3.2 Integración de plataformas digitales con otros sistemas empresariales

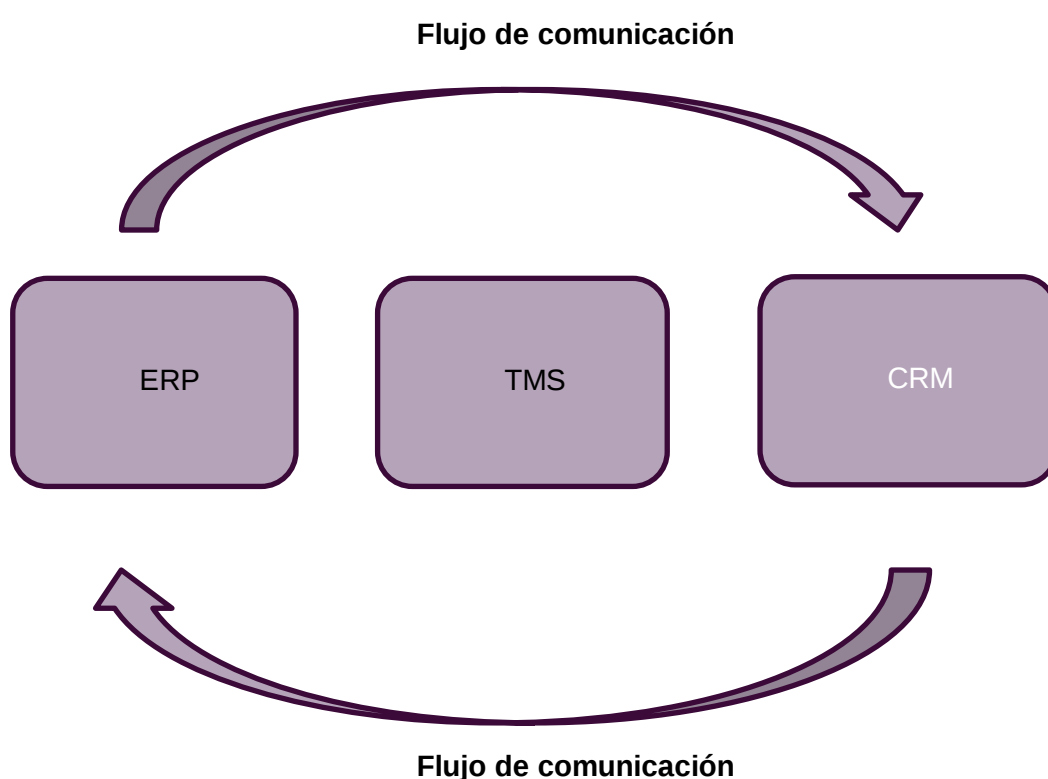
La integración de plataformas logísticas digitales con sistemas empresariales como ERP (Enterprise Resource Planning) y CRM (Customer Relationship Management) ha transformado el modo en que las empresas gestionan su cadena de suministro, la relación con los clientes y la planificación operativa. Esta interconexión permite que los datos fluyan de forma automática entre departamentos, evitando duplicidades, errores manuales y retrasos en la toma de decisiones.

Gracias a esta sinergia tecnológica, las compañías pueden adaptar su logística a las necesidades comerciales y a los niveles reales de demanda en tiempo real, mejorando tanto la experiencia del cliente como la eficiencia operativa. Tal como afirman Lara Martínez

et al. (2023), la integración de sistemas favorece un entorno colaborativo y con mayor capacidad de respuesta ante imprevistos logísticos, al convertir la información en un recurso compartido y estratégico.

Además, estas integraciones son clave para lograr una trazabilidad completa de las operaciones, desde el pedido hasta la entrega, facilitando reportes automáticos y cumplimiento normativo. No obstante, su correcta implementación requiere estándares de interoperabilidad y un diseño modular que permita escalar las funcionalidades según las necesidades del negocio.

Figura 7. Mapa de integración



Fuente: Elaboración propia

2.3.3 Análisis PORTER

El modelo de las Cinco Fuerzas de Porter es una herramienta de análisis estratégico que permite entender el grado de competitividad de una industria, evaluando cinco factores clave: la amenaza de nuevos entrantes, el poder de negociación de los proveedores, el poder de negociación de los clientes, la amenaza de productos sustitutos y la rivalidad entre competidores existentes (Porter, 2008). A continuación, se analiza cómo influyen

estas fuerzas en el contexto de las plataformas logísticas digitales, especialmente en los sistemas TMS y en su integración con ERP y CRM. La Figura 8, resume este análisis.

1. Amenaza de nuevos entrantes

El sector del software logístico está en plena expansión, impulsado por la digitalización del comercio global. Las barreras de entrada técnicas no son especialmente altas gracias al desarrollo de soluciones en la nube, lo cual permite a nuevas empresas acceder al mercado con relativa facilidad. Sin embargo, la diferenciación por funcionalidades avanzadas, experiencia sectorial y capacidad de integración con sistemas empresariales complejos como ERP y CRM sigue siendo un filtro clave. Las empresas consolidadas tienen ventaja, especialmente aquellas que ofrecen servicios personalizados y soporte postventa robusto.

2. Poder de negociación de los proveedores

Los proveedores de tecnología logística (TMS, ERP, CRM) ocupan una posición relevante en la cadena de valor, sobre todo si su solución es única o altamente especializada. Sin embargo, en un mercado con múltiples opciones SaaS (Software as a Service), su poder se reduce si los clientes pueden migrar con facilidad. No obstante, cuando un proveedor logra integrarse profundamente en los procesos de negocio del cliente, el coste de sustitución (switching cost) se eleva considerablemente, dándole un mayor poder de negociación.

3. Poder de negociación de los compradores

El comprador en este contexto suele ser una empresa de logística, distribución o retail que busca plataformas adaptables, escalables y compatibles con sus sistemas actuales. Dado que la oferta de soluciones tecnológicas es amplia y muchas compañías ofrecen demostraciones gratuitas o pruebas piloto, los clientes disponen de un poder de negociación alto, ya que pueden comparar precios, servicios y funcionalidades antes de comprometerse con un proveedor. Según Open Source Integrators (2023), “la clave está en seleccionar plataformas que no solo se integren bien, sino que también evolucionen con las necesidades del negocio”.

4. Amenaza de productos sustitutos

Las soluciones manuales (hojas de cálculo, software genérico no especializado) aún se utilizan en pequeñas empresas, pero su capacidad para competir con las plataformas digitales actuales es limitada. Los TMS modernos permiten la automatización, la visibilidad en tiempo real y la trazabilidad completa, ventajas que los sustitutos no pueden ofrecer. Además, la integración con ERP y CRM amplía el potencial de análisis de datos y

gestión de relaciones comerciales, lo cual crea un ecosistema operativo difícil de reemplazar por herramientas no integradas. Así, la amenaza de sustitución es baja en empresas medianas o grandes, aunque sigue presente en contextos de baja digitalización.

5. Rivalidad entre competidores existentes

El mercado de plataformas digitales logísticas está caracterizado por una intensa competencia. Empresas como Oracle, SAP, Microsoft Dynamics, Salesforce, así como proveedores más especializados como Manhattan Associates o Blue Yonder, ofrecen soluciones competitivas con características diferenciadas. Esta rivalidad impulsa la innovación constante y una carrera por ofrecer mayor conectividad entre sistemas, mayor seguridad en la nube y mejores interfaces de usuario.

Figura 8. Cuadro Resumen Análisis Porter

Fuerza	Nivel de intensidad	Resumen del Análisis
1. Amenaza de nuevos entrantes	Media	La nube facilita la entrada de nuevos competidores. Sin embargo, la integración con ERP/CRM, la experiencia sectorial y la diferenciación funcional crean barreras clave.
2. Poder de negociación de proveedores	Medio - Alto	Alta especialización da poder a los proveedores, pero la oferta SaaS competitiva reduce su influencia. La integración profunda aumenta su poder por los altos costes de cambio.
3. Poder de negociación de compradores	Alto	Gran variedad de ofertas y posibilidad de prueba gratuita dan poder al comprador. Valoran integración, escalabilidad y evolución con el negocio.
4. Amenaza de productos sustitutos	Baja	Soluciones manuales o software genérico no compiten eficazmente con TMS modernos que ofrecen automatización y trazabilidad. La amenaza es mayor solo en empresas pequeñas.
5. Rivalidad entre competidores	Alta	El mercado es muy competitivo, con grandes actores (SAP, Oracle, Microsoft) y especializados (Blue Yonder, Manhattan). Esto impulsa innovación constante.

Fuente: Elaboración propia

2.3.4 Casos de estudio. Uso de plataformas digitales para la gestión logística global

En el contexto actual de globalización y transformación digital, las empresas enfrentan el reto de optimizar sus cadenas de suministro a través de tecnologías que permitan mayor eficiencia, visibilidad y seguridad. En este marco, las plataformas digitales se han convertido en un componente clave para lograr una logística moderna y competitiva. Uno de los casos más representativos es el de la plataforma TradeLens, impulsada por Maersk, una de las mayores compañías navieras del mundo, en colaboración con IBM.

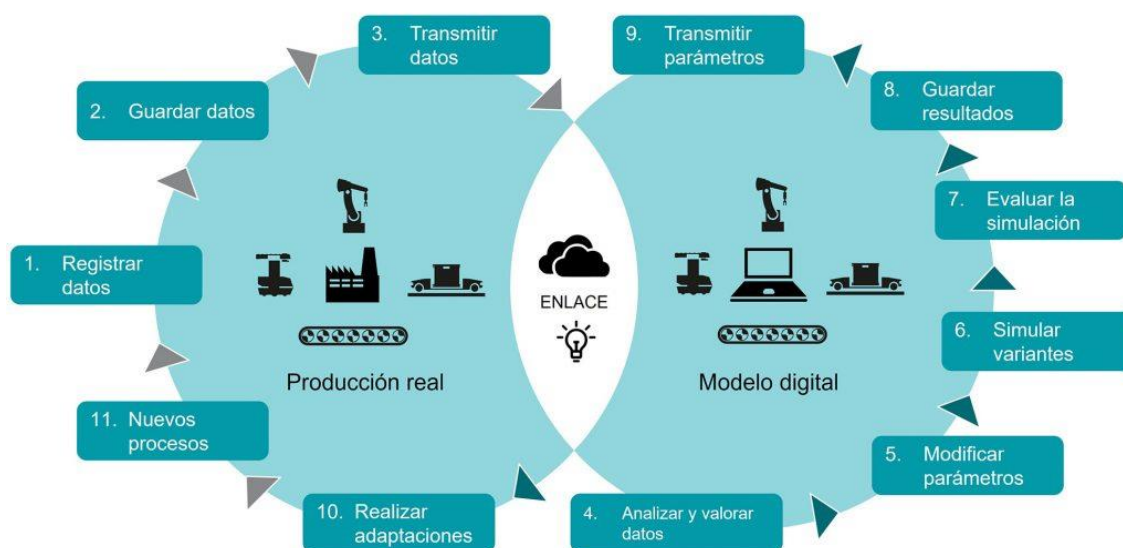
TradeLens es una plataforma logística basada en tecnología blockchain, cuyo objetivo es digitalizar el flujo de información a lo largo de la cadena de suministro internacional. Esta plataforma permite a los distintos actores —como transportistas, puertos, autoridades aduaneras y empresas importadoras/exportadoras— acceder a datos confiables, compartidos en tiempo real y de manera segura. Según Jovanovic et al. (2022), uno de los principales logros de TradeLens ha sido la capacidad de establecer un sistema de gobernanza digital que promueve la interoperabilidad entre sistemas dispares, lo que resulta esencial en una industria tan fragmentada como la logística marítima global.

A pesar de los beneficios potenciales, la adopción de la plataforma ha enfrentado ciertos obstáculos. El artículo destaca que muchas empresas logísticas, especialmente aquellas más pequeñas o con menos recursos tecnológicos, han mostrado reticencia a integrarse a una red donde los beneficios se distribuyen de manera desigual en las fases iniciales. No obstante, a medida que más actores se han unido al ecosistema, los efectos de red han comenzado a generar valor colectivo, incentivando nuevas adhesiones.

Uno de los resultados más visibles de esta digitalización ha sido la reducción de los tiempos de tránsito documental. Anteriormente, los procesos administrativos podían implicar días de espera por documentación impresa; con TradeLens, estos tiempos se han reducido significativamente, al mismo tiempo que se disminuyen riesgos como el fraude documental y la pérdida de información. Además, la disponibilidad de datos en tiempo real mejora la capacidad de respuesta ante imprevistos, lo que fortalece la resiliencia de la cadena de suministro.

En conclusión, la experiencia de Maersk con TradeLens demuestra cómo las plataformas digitales tienen el potencial de transformar radicalmente la logística global, no solo a nivel operativo, sino también estratégico. Su implementación abre nuevas posibilidades para construir cadenas de suministro más sostenibles, colaborativas y adaptativas.

Figura 9. Sistema de Gestión de Almacenes (WMS)



Fuente: KNAPP AG. (2023).

La Figura 9 muestra el ciclo de interacción entre la producción real y un modelo digital. La producción real (lado izquierdo) muestra cómo se inician procesos productivos donde se registran y guardan datos, esos datos se transmiten hacia el entorno digital. A partir de la experiencia de la producción, también surgen nuevos procesos y adaptaciones que se retroalimentan al modelo digital.

El modelo digital (lado derecho), es el que recibe los datos de la producción real, después se analizan y valoran los datos para generar simulaciones. Se pueden modificar parámetros, simular variantes y luego evaluar los resultados. Esos resultados se guardan y, finalmente, los parámetros se transmiten de vuelta al entorno de producción real. Finalmente, el enlace es el vínculo que conecta ambos mundos (real y digital), y, permite el flujo bidireccional de datos para mejorar tanto la operación real como el modelo digital. Todo esto permite optimizar procesos logísticos e industriales, reducir errores, y adaptar la producción a condiciones cambiantes en tiempo real.

En relación con lo expuesto en el apartado sobre plataformas digitales como TradeLens, la imagen refuerza la idea de que la digitalización no solo se aplica al flujo documental y a la trazabilidad en la cadena de suministro, sino también al ámbito operativo y productivo mediante tecnologías de simulación y análisis en tiempo real.

Por otro lado, los WSM (Warehouse Management Systems) o sistemas de gestión de almacenes, representan una herramienta complementaria dentro de esta transformación digital. Estos programas permiten coordinar y controlar todas las

operaciones que tienen lugar en un almacén: desde la recepción de mercancías hasta el control de inventarios, la preparación de pedidos y la expedición final. Gracias a su implementación, las empresas logran mayor precisión en los registros, disminuyen los errores humanos y obtienen una visión más clara de la disponibilidad de productos en cada momento.

3 SOSTENIBILIDAD EN LA LOGÍSTICA Y EN EL COMERCIO

La sostenibilidad se ha consolidado como un eje estratégico en la gestión de la logística y el comercio internacional. En un contexto marcado por la urgencia climática y la presión regulatoria, las empresas se ven obligadas a replantear sus operaciones con el fin de reducir emisiones, optimizar recursos y responder a consumidores cada vez más conscientes de los impactos ambientales. Este capítulo aborda la logística verde, entendida como la integración de criterios ecológicos en la cadena de suministro, así como las principales estrategias sostenibles aplicadas en el transporte y la distribución. Además, se aplicará el análisis PEST, una herramienta que examina los factores políticos, económicos, sociales y tecnológicos que influyen en la sostenibilidad, con el objetivo de comprender cómo las regulaciones internacionales, los cambios de mercado y la innovación tecnológica configuran un nuevo modelo logístico más responsable y competitivo.

3.1 La Logística verde y Estrategias sostenibles

La logística verde, también denominada logística sostenible, constituye un modelo de gestión que integra criterios ambientales en todas las etapas de la cadena de suministro. Su finalidad no es únicamente reducir el impacto ecológico de las operaciones logísticas, sino también generar eficiencia económica y social, lo que la convierte en un componente esencial de la estrategia empresarial contemporánea. Como señala Christopher (2016), la logística actual debe adaptarse a un contexto en el que los consumidores y reguladores demandan soluciones que compatibilicen competitividad con sostenibilidad.

Entre las principales estrategias de la logística verde destaca la optimización del transporte, tanto en rutas como en cargas, con el objetivo de disminuir el consumo de combustibles fósiles y, por ende, las emisiones de CO₂. Empresas de distribución y operadores globales ya han demostrado que una correcta planificación de la “última milla” puede reducir significativamente los costos y mejorar la satisfacción del cliente al mismo tiempo que se minimiza la huella ambiental (Queiroz, Telles & Bonilla, 2019).

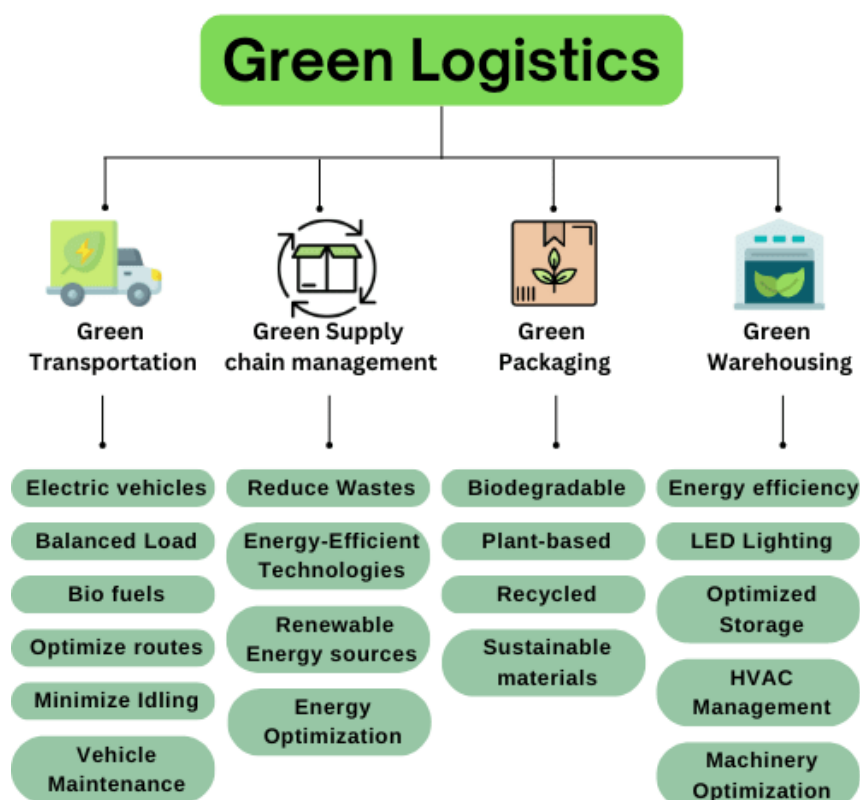
Otro eje fundamental es el uso de embalajes sostenibles, que apuesta por materiales reciclables, biodegradables o de menor peso, reduciendo residuos y facilitando

su reutilización en la cadena de valor. La incorporación de criterios de diseño ecológico desde la fase inicial del producto refuerza esta estrategia, al permitir que los envases estén pensados para un ciclo de vida más prolongado o para un retorno eficiente dentro de esquemas de economía circular (García-Sánchez & Medina-Pérez, 2021).

Asimismo, la logística inversa se ha consolidado como un instrumento clave para recuperar productos, materiales o envases, favoreciendo su reciclaje y disminuyendo la necesidad de materias primas vírgenes. Este enfoque no solo contribuye a los objetivos de sostenibilidad, sino que también abre nuevas oportunidades de negocio ligadas al aprovechamiento de recursos (Santos & Ramos, 2020).

Finalmente, la digitalización y la innovación tecnológica potencian las prácticas de logística verde mediante sistemas de trazabilidad, análisis de datos en tiempo real o inteligencia artificial aplicada a la gestión del transporte. Estas herramientas permiten tomar decisiones más informadas y rápidas, alineando la eficiencia operativa con criterios de responsabilidad ambiental.

Figura 10. Esquema de prácticas sostenibles en la logística



Fuente: Green Logistics Hub. (2023).

¿Por qué es importante la sostenibilidad en la gestión del transporte de mercancías?

El transporte de carga constituye aproximadamente un 30% de las emisiones globales de CO₂ generadas por el sector del transporte. Su fuerte dependencia de los combustibles fósiles lo convierte en uno de los principales responsables del cambio climático y de la contaminación atmosférica. A nivel mundial, los gobiernos están estableciendo políticas ambientales más estrictas, acompañadas de metas de reducción de carbono. El incumplimiento de estas disposiciones puede traducirse en sanciones económicas, procesos legales y un deterioro de la reputación empresarial.

La incorporación de vehículos con bajo consumo energético y la optimización de rutas logísticas permiten disminuir significativamente el gasto en combustible y otros costos operativos. Del mismo modo, prácticas como la logística inversa y la adopción de almacenes sostenibles contribuyen a un ahorro económico sostenido en el tiempo. Los clientes muestran una preferencia cada vez mayor por aquellas marcas que adoptan compromisos ambientales. Las empresas que integran iniciativas de logística verde logran diferenciarse en el mercado, fortalecen su ventaja competitiva y generan mayor fidelidad entre sus consumidores. La inversión en transporte sostenible asegura la capacidad de adaptación frente a futuros incrementos en los precios de la energía y posibles cambios regulatorios. De esta forma, las compañías que apuestan por la logística verde garantizan operaciones más resilientes y contribuyen a consolidar cadenas de suministro sostenibles.

Beneficios clave de la logística verde

Los beneficios derivados de la logística verde trascienden la mera reducción de emisiones de carbono, pues abarcan aspectos económicos, sociales y estratégicos que fortalecen la sostenibilidad empresarial. Entre los principales destacan los siguientes:

- Disminución de emisiones de carbono mediante un transporte eficiente

El modelo tradicional de transporte de mercancías depende en gran medida de los combustibles fósiles, lo que lo convierte en un contribuyente significativo de las emisiones globales de CO₂. La adopción de vehículos de bajo consumo, el empleo de energías alternativas y la optimización de rutas logísticas permiten mitigar de forma considerable este impacto. Además, la incorporación de flotas eléctricas, híbridas y sistemas de transporte intermodal refuerza las metas de sostenibilidad y diversificación energética.

- Reducción de costos gracias a una mayor eficiencia en la cadena de suministro

La planificación logística sostenible favorece la disminución del consumo de combustible y de los gastos operativos. Prácticas como la consolidación de cargas, la automatización de almacenes o la aplicación de tecnologías de eficiencia energética

contribuyen a minimizar el desperdicio y a mejorar el rendimiento de la cadena de suministro. A medio y largo plazo, estas medidas se traducen en un ahorro económico significativo y en operaciones más competitivas.

- Fortalecimiento de la reputación corporativa mediante la responsabilidad social

El compromiso con la sostenibilidad se ha convertido en un criterio de decisión relevante para consumidores, inversores y grupos de interés. Las empresas que integran estrategias de logística verde proyectan una imagen de responsabilidad ambiental y social, lo que favorece su diferenciación en el mercado y mejora la lealtad hacia la marca. En consecuencia, la sostenibilidad no solo se concibe como un deber ético, sino también como una ventaja competitiva.

- Cumplimiento normativo y adaptación a los objetivos de sostenibilidad

El endurecimiento de las regulaciones ambientales a nivel global obliga a las empresas a reducir su huella de carbono y adoptar prácticas responsables. La implementación de la logística verde garantiza el cumplimiento de estos marcos legales, evitando sanciones económicas y riesgos legales. Asimismo, facilita la preparación frente a futuras modificaciones normativas, otorgando a las compañías mayor resiliencia y capacidad de adaptación.

Cómo implementar con éxito la logística verde en la gestión del transporte

La transición hacia una logística sostenible requiere superar diversos retos financieros, tecnológicos y organizativos. Sin embargo, un enfoque estructurado y progresivo permite a las empresas, incluidas las pequeñas y medianas, integrar con éxito prácticas respetuosas con el medio ambiente en sus operaciones de transporte. Para ello, pueden considerarse los siguientes lineamientos estratégicos:

- Evaluación del impacto ambiental de las operaciones

El primer paso consiste en realizar un diagnóstico integral de la situación actual. Identificar los puntos críticos de consumo energético, emisiones o generación de residuos permite establecer prioridades y definir áreas de mejora con base en datos objetivos.

- Definición de objetivos claros y medibles

La sostenibilidad debe planificarse con metas concretas, como por ejemplo reducir un porcentaje específico de emisiones en un periodo determinado. Establecer indicadores verificables facilita el seguimiento del progreso y la toma de decisiones correctivas.

- Inversión en tecnologías sostenibles

La renovación de flotas hacia vehículos más eficientes, eléctricos o híbridos, junto con la incorporación de energías renovables en almacenes y centros de distribución, son medidas que contribuyen a disminuir la huella ambiental. Del mismo modo, la automatización y la digitalización de procesos incrementan la eficiencia y reducen el desperdicio de recursos.

- Optimización de la cadena de suministro

La planificación de rutas inteligentes, la mejora en la eficiencia de la carga y la implementación de embalajes reutilizables o reciclados constituyen herramientas clave para reducir costes y emisiones. Estas prácticas refuerzan tanto la sostenibilidad como la competitividad de la empresa.

- Formación y compromiso de los actores involucrados

Ninguna estrategia puede consolidarse sin la participación activa de los trabajadores y socios estratégicos. La capacitación en buenas prácticas ambientales y la generación de conciencia entre los distintos niveles de la organización garantizan la alineación con los objetivos planteados.

La Figura 11 sirve como una guía visual clara que sintetiza los pasos estratégicos para integrar prácticas ecológicas en la gestión del transporte de mercancías, está organizada en cinco secciones, cada una acompañada de un ícono que simboliza su contenido.

Figura 11. Cómo implementar con éxito la logística verde en la gestión del transporte de carga



Fuente: Project44. (2023).

3.1.1 Análisis PEST. Tendencias y regulaciones internacionales sobre sostenibilidad

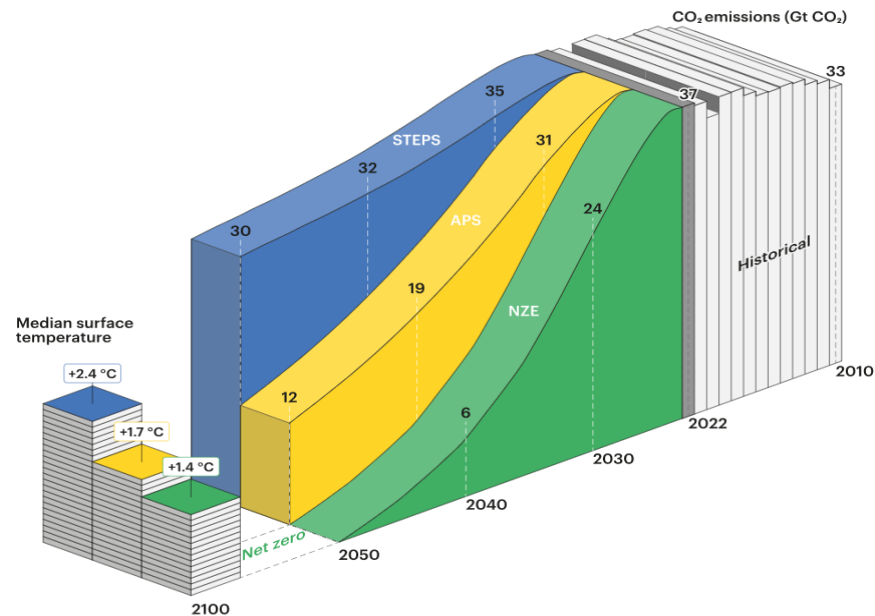
El análisis PEST es una herramienta de carácter estratégico que permite examinar el entorno macroeconómico en el que una organización desarrolla sus actividades. Su objetivo es identificar cómo los factores políticos, económicos, sociales y tecnológicos influyen en la evolución de un sector o actividad.

En el presente trabajo, el análisis se aplicará en el contexto de la sostenibilidad en la logística y el comercio internacional, específicamente en relación con las tendencias y regulaciones internacionales. Esto permitirá comprender de qué manera las políticas regulatorias, las condiciones económicas, las transformaciones sociales y los avances tecnológicos están configurando un nuevo marco de actuación para las empresas del sector logístico. La utilidad de este análisis radica en que facilita una visión global de los retos y oportunidades que la sostenibilidad impone a la cadena de suministro. Además, aporta una base sólida para la formulación de estrategias que aseguren tanto el cumplimiento normativo como la competitividad empresarial en un mercado cada vez más exigente.

El primer punto de este análisis es el marco político. La sostenibilidad en la logística está fuertemente condicionada por las regulaciones internacionales. Normativas como el CBAM (Mecanismo de Ajuste en Frontera por Carbono de la UE), la CSDDD (Directiva sobre Diligencia Debida en Sostenibilidad Corporativa), el Acuerdo de París o la FuelEU Maritime Regulation establecen un marco jurídico que obliga a las empresas a reducir su huella de carbono, garantizar la trazabilidad y apostar por energías limpias.

Estas medidas buscan homogeneizar estándares medioambientales y evitar prácticas de competencia desleal entre regiones con diferentes niveles de exigencia. No obstante, también suponen costes de adaptación para las compañías logísticas, que deben modificar procesos y operaciones para cumplir con los objetivos fijados.

Figura 12. Escenarios de emisiones y temperatura global al 2100



Fuente: International Energy Agency (IEA)

Como se puede ver en la “Figura 12. Escenarios de emisiones y temperatura global al 2100 (APS vs NZE)”, obtenido a través de la página del International Energy Agency (IEA), la imagen muestra un gráfico de emisiones de CO₂ en el mundo (en miles de millones de toneladas, Gt) desde el año 2010 hasta el 2100. Compara tres posibles futuros dependiendo de las políticas y medidas que se tomen contra el cambio climático. La línea azul (STEPS = Stated Policies Scenario) “escenario de políticas declaradas”, representa qué pasaría si seguimos igual, aplicando solo las políticas actuales sin grandes cambios. El resultado sería que las emisiones se mantienen altas (≈ 35 Gt en 2050) y la temperatura sube +2,4 °C para finales de siglo, lo que sería una catástrofe climática.

La línea amarilla (APS = Announced Pledges Scenario), “Escenario de Compromisos Anunciados”, representa qué pasaría si los países cumplen las promesas que ya han anunciado (planes de neutralidad, renovables, etc.). El resultado sería que bajan las emisiones, pero aún no lo suficiente (≈ 19 Gt en 2050). Finalmente, la temperatura subiría +1,7 °C en 2100, lo que sería un avance, pero todavía peligroso para la estabilidad climática.

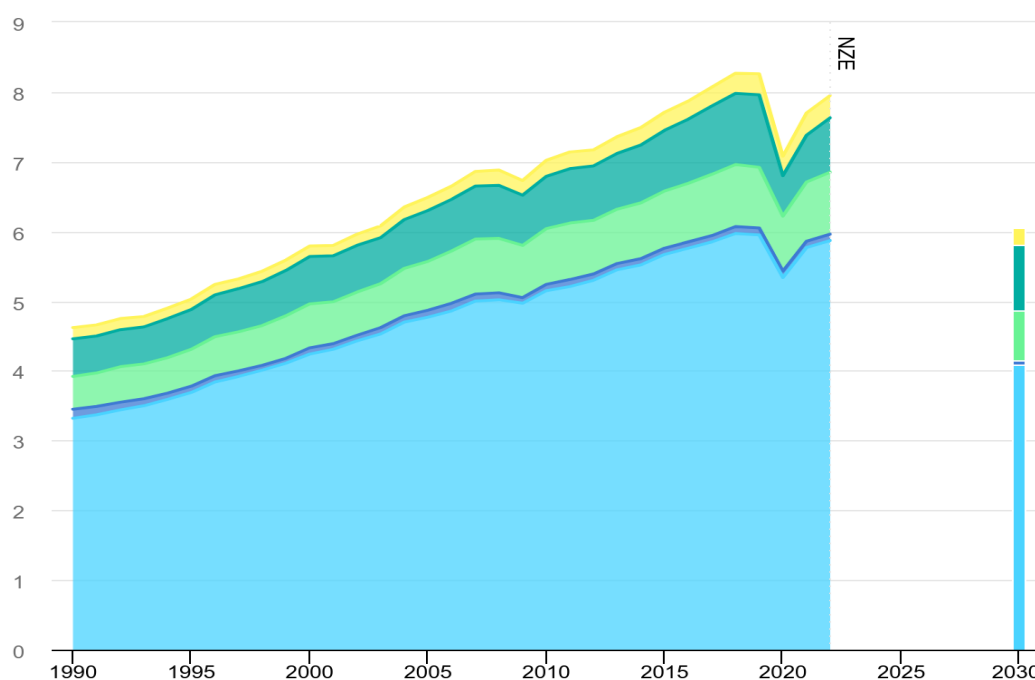
La línea verde (NZE = Net Zero Emissions Scenario), representa el escenario donde se logra “cero emisiones netas” en 2050, es decir, emitir solo lo que se pueda absorber con bosques, tecnologías o sistemas naturales. Lo que daría lugar a que las emisiones caigan en picado (≈ 0 en 2050), por lo que la temperatura global se estabiliza en torno a +1,4 °C

en 2100. Este es el único camino que cumple con el Acuerdo de París (limitar el calentamiento a menos de 1,5 °C).

En lo referente al ámbito económico, Las regulaciones ambientales también generan efectos directos en la estructura de costes de las empresas logísticas. Un ejemplo es el Sistema de Comercio de Emisiones de la UE (ETS), que a partir de 2024 incluye al transporte marítimo. Esto supone que los armadores deberán comprar derechos de emisión en función del CO₂ liberado, lo que incrementa el precio del transporte. Si bien estas medidas buscan desincentivar el uso de combustibles fósiles y acelerar la transición hacia energías más limpias, en el corto plazo aumentan los costes operativos de las empresas, que en muchos casos trasladan este sobrecoste a los clientes finales.

Las consecuencias económicas de las políticas climáticas se reflejan directamente en los costes de transporte y distribución.

Figura 13. Gráfico de emisiones de CO₂ por el sector transporte

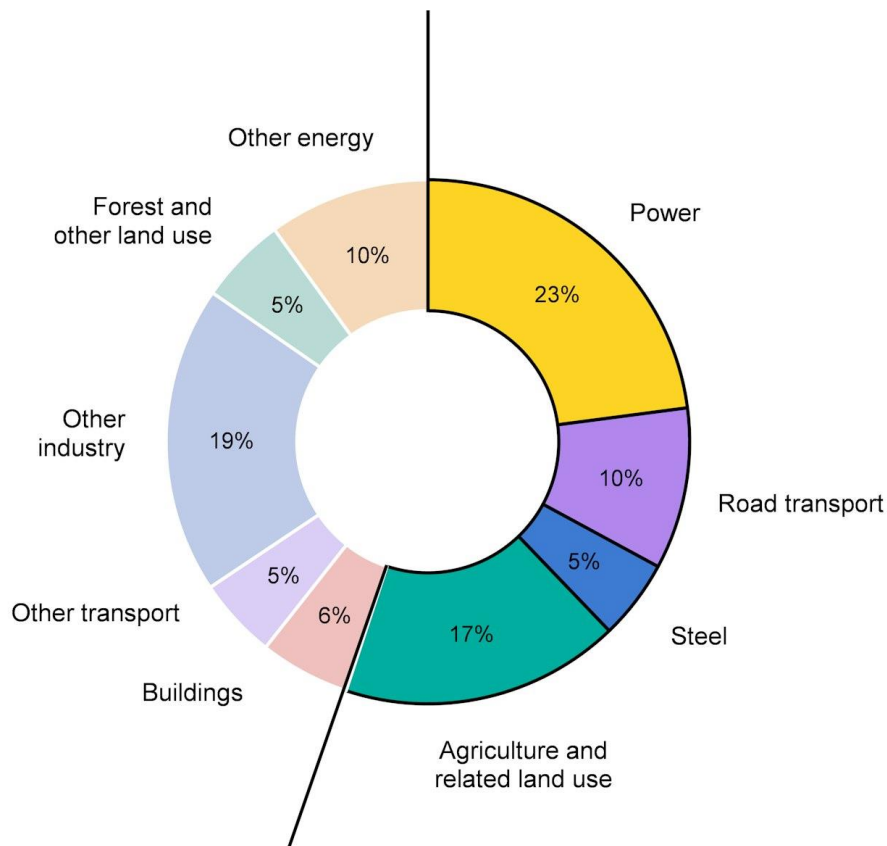


Fuente: Emisiones globales de CO₂ por el sector transporte y subsector en el escenario Net Zero (2000–2030).

La Figura 13, procedente del Breakthrough Agenda Report 2023 de la IEA, evidencia que las emisiones del transporte por carretera aún se sitúan muy por encima de los niveles compatibles con un escenario de neutralidad climática. Alcanzar la senda de “Net Zero” requiere una reducción cercana a un tercio de las emisiones actuales. Este desfase implica mayores cargas financieras para el sector, especialmente en forma de

impuestos al carbono, compra de derechos de emisión en el marco del ETS europeo y necesidad de inversiones en flotas más limpias. En el corto plazo, esto eleva los precios del transporte y repercute en los costes de la cadena logística. Sin embargo, en el medio y largo plazo, las empresas que adapten sus operaciones podrán beneficiarse de eficiencias energéticas y ventajas competitivas en mercados cada vez más regulados (IEA, 2023b).

Figura 14. Gráfico de la proporción de emisiones de gases de efecto invernadero por sector económico.



Fuente: International Energy Agency. (2022).

Es un gráfico de emisiones de CO₂ por el sector transporte (en gigatoneladas, Gt). Cubre el periodo 1990–2030, con datos históricos y una proyección hacia el escenario NZE (Net Zero Emissions). El color azul claro representa el transporte por carretera (el más grande con diferencia), el verde es la aviación, el verde más oscuro es el transporte marítimo, y, el amarillo son otras fuentes menores.

Hay que tener en cuenta el crecimiento constante, desde 1990 hasta 2019, las emisiones de transporte han ido aumentando casi sin parar, pasando de unas 4 Gt a más de 7,5 Gt de CO₂. Se observa una bajada brusca en 2020 por la pandemia (menos vuelos, menos transporte en carretera). Después de 2021, las emisiones vuelven a subir casi a los

niveles previos, por lo que hay una recuperación rápida. A partir de 2025–2030, la línea marcada como “NZE” indica que el sector debería empezar una reducción drástica de emisiones si se quiere cumplir el escenario de neutralidad climática.

La dimensión social es otro elemento central en la sostenibilidad logística. El creciente compromiso ciudadano con el medio ambiente ha modificado los patrones de consumo, favoreciendo a aquellas marcas que priorizan prácticas sostenibles en su cadena de suministro. Según encuestas europeas recientes, más de la mitad de los consumidores afirma estar dispuesto a pagar un precio superior por productos distribuidos de manera respetuosa con el entorno.

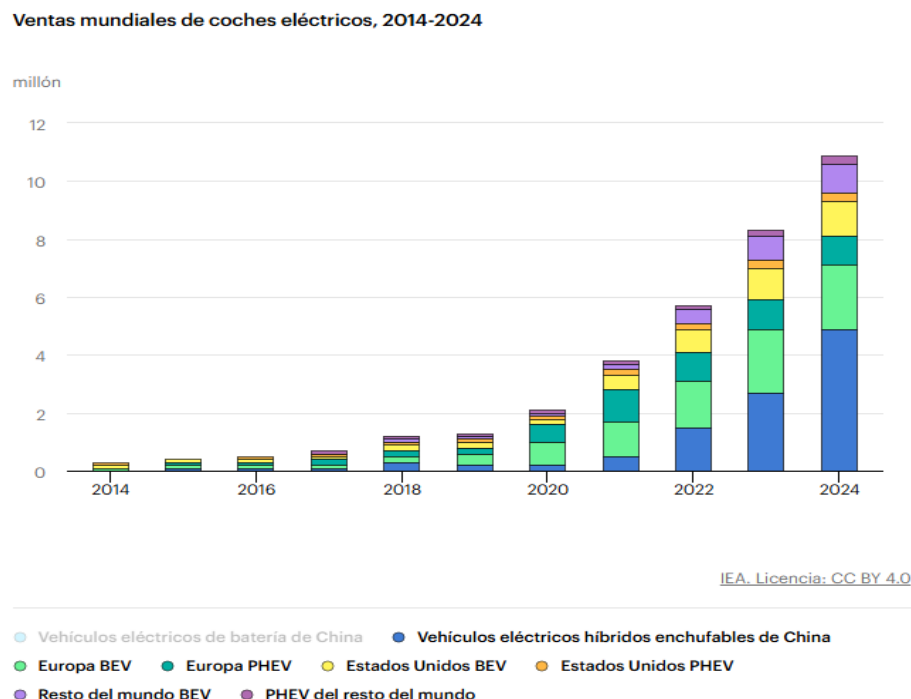
Este cambio en la percepción social impulsa a las empresas a adoptar políticas de responsabilidad social corporativa (RSC) que fortalezcan su reputación, incrementen la fidelización de clientes y les permitan diferenciarse frente a la competencia.

La Figura 14 refleja que el 55% de los consumidores europeos prioriza marcas sostenibles, consolidando la sostenibilidad como un criterio decisivo en el comportamiento de compra.

La tecnología constituye un facilitador clave en la transición hacia modelos logísticos sostenibles. Innovaciones como el Blockchain para garantizar trazabilidad, el Big Data para optimizar rutas y prever demanda, los sistemas de trazabilidad digital para controlar emisiones en tiempo real o el uso de energías renovables en instalaciones logísticas permiten mejorar la eficiencia operativa y cumplir con los estándares regulatorios.

La inversión en innovación tecnológica no solo favorece el cumplimiento normativo, sino que también genera ventajas competitivas al reducir costes, incrementar la transparencia y reforzar la confianza en la cadena de suministro.

Figura 15. Gráfico de ventas mundiales de coches eléctricos entre 2014 y 2024 (mill. de unidades)



Fuente: Agencia Internacional de la Energía (IEA). (2025). Ventas mundiales de coches eléctricos, 2014-2024 [Gráfico]. IEA, París. Licencia: CC BY 4.0.

Interpretación del gráfico: la **Figura 15** evidencia que tecnologías como la trazabilidad digital y el Big Data son percibidas como las más relevantes en el impulso de una logística sostenible a escala internacional.

La innovación tecnológica constituye el motor que posibilita el cumplimiento de los objetivos políticos y responde a las demandas sociales y económicas. La **Figura 15**, del Breakthrough Agenda Report 2023 de la IEA, muestra que las ventas de vehículos eléctricos alcanzaron aproximadamente el **14 % del total de automóviles vendidos en 2022** a nivel mundial. Este dato refleja una tendencia ascendente en la electrificación del transporte, especialmente en los segmentos urbanos y de distribución de última milla. Además de la electrificación, tecnologías como el blockchain para la trazabilidad, el big data para la optimización de rutas y los sistemas de monitorización digital para emisiones en tiempo real son ya herramientas empleadas por operadores logísticos. Estas innovaciones no solo facilitan el cumplimiento regulatorio, sino que mejoran la eficiencia operativa, reducen costes a largo plazo y refuerzan la transparencia hacia clientes e instituciones (IEA, 2023b).

4 COMERCIO ELECTRÓNICO Y ÚLTIMA MILLA

El comercio electrónico y la logística de última milla constituyen uno de los binomios más relevantes en la transformación actual de los mercados. Durante las últimas décadas, el comercio electrónico ha pasado de ser un canal marginal a consolidarse como un componente estratégico en la economía digital, con implicaciones directas en la forma en que empresas y consumidores interactúan. Este capítulo aborda, en primer lugar, la **evolución del comercio electrónico**, analizando su trayectoria en España, Europa y a nivel global, así como las proyecciones que marcarán su desarrollo futuro. A continuación, se examinan los **retos de la logística de última milla**, un elemento crítico para garantizar entregas rápidas, sostenibles y eficientes en entornos urbanos cada vez más complejos. Finalmente, se presentan **soluciones innovadoras**, como drones, vehículos autónomos y micro-almacenes, que anticipan el futuro de la distribución y plantean nuevos desafíos en la gestión empresarial y en la capacitación de los recursos humanos.

4.1 Evolución del comercio electrónico

El comercio electrónico ha experimentado en España y en Europa una evolución acelerada durante las últimas dos décadas, pasando de ser un canal marginal a consolidarse como un componente esencial de la economía digital. En los primeros años de este desarrollo, la situación española mostraba un panorama limitado. Como señalaba Pardo Bustillo (2004), “el comercio electrónico en España se encuentra aún en una fase incipiente, con una participación del comercio electrónico entre empresas (B2B) más significativa que la del comercio electrónico con consumidores (B2C)” (p. 60). A comienzos del siglo XXI, apenas una cuarta parte de los internautas realizaba compras en línea y el volumen del B2C representaba menos del 2 % de las ventas minoristas totales. Sin embargo, el autor ya destacaba un crecimiento cercano al 100 % anual, lo que anunciaba un potencial de expansión que se ha ido consolidando en los años posteriores.

Este carácter inicial explica también la brecha que existía entre grandes empresas y pymes. Mientras que las primeras mostraban niveles de adopción similares a la media europea, las segundas apenas comenzaban a introducirse en el comercio electrónico. En el ámbito B2B, las operaciones alcanzaban en torno a 24.000 millones de euros, aunque gran parte de esas transacciones se realizaban todavía mediante sistemas de Electronic Data Interchange (EDI), que progresivamente fueron reemplazados por plataformas basadas en internet (Pardo Bustillo, 2004).

En la actualidad, los estudios confirman que este escenario ha cambiado de manera radical. Tal como expone González de León Berini (2021), el comercio electrónico en

España y en la Unión Europea se ha caracterizado por un crecimiento sostenido y por la consolidación de la confianza de los consumidores hacia las plataformas digitales. Aunque el autor advierte de que “los datos disponibles presentan limitaciones por la falta de consenso en las metodologías de medición” (p. 34), la tendencia ascendente es innegable, con un aumento progresivo de las transacciones y de la facturación anual.

En este sentido, el comercio electrónico ha dejado de ser un canal alternativo para convertirse en un componente estratégico del mercado. Esto tiene implicaciones directas para la logística y la gestión empresarial: la necesidad de integrar soluciones digitales, mejorar la eficiencia de la distribución —especialmente en la última milla— y capacitar a los recursos humanos en competencias tecnológicas y de innovación. Así, la evolución del comercio electrónico no solo refleja un cambio en los hábitos de consumo, sino también una transformación profunda en la manera en que las empresas organizan sus procesos internos y su relación con el entorno competitivo.

En la Figura 16 se muestra las ventas de comercio electrónico por región (2024 vs. 2029, proyectado). Este gráfico, extraído de la página **Statista**, muestra las ventas del comercio electrónico (e-commerce) en varias regiones del mundo comparando los años 2024 y una proyección para 2029. Cada barra representa el volumen de ventas en billones de dólares de cada región, destacando también el porcentaje de crecimiento estimado en ese periodo.

Las cifras del gráfico muestran cómo el comercio electrónico continúa expandiéndose globalmente, impulsado por la digitalización, mejores infraestructuras y cambios en el comportamiento de los consumidores.

Se observa:

- En Asia-Pacífico es la región líder en ventas de e-commerce en 2024, con una proyección de crecimiento notable para 2029.
- En América del Norte y Europa Occidental también mantienen posiciones sólidas, aunque con tasas de incremento más moderadas.
- Otros mercados emergentes, como América Latina o África, muestran expectativas de crecimiento significativo, aunque parten desde una base menor.

En conjunto, estos datos reflejan la consolidación del comercio electrónico como canal dominante en diversos contextos culturales y económicos. La evolución regional sugiere que las empresas deben adaptar sus modelos logísticos y estratégicos para responder a dinámicas de mercado diferenciadas por zona geográfica.

Figura 16. Ventas de comercio electrónico por región 2024 vs. 2029



Fuente: Statista. (2024).

4.2 Logística last-mile y desafíos operativos

La logística de última milla se define como el proceso que comprende la fase final de la cadena de suministro, es decir, el trayecto desde el último centro de distribución o almacén hasta el consumidor final (Oviedo, 2023). Se ha convertido en uno de los mayores retos operativos en el comercio electrónico contemporáneo. Como señalan Oviedo y Col. (2023), la pandemia de COVID-19 “ha acelerado el crecimiento del comercio electrónico”, lo que ha implicado una presión creciente sobre infraestructuras, vehículos automatizados y redes de distribución, especialmente en entornos urbanos donde convergen alta demanda y limitaciones espaciales.

Este escenario ha puesto de manifiesto varias dificultades operativas críticas. En primer lugar, la alta dispersión geográfica de las entregas incrementa los costos logísticos, ya que cada punto de destino implica desplazamientos independientes, muchos de ellos ineficientes. En segundo lugar, la congestión urbana y la limitada capacidad de acceso en zonas densamente pobladas retrasan las entregas y comprometen los plazos prometidos al cliente. Finalmente, la presión por reducir tiempos de entrega, especialmente en pedidos urgentes o en franjas horarias específicas, exige optimizar rutas y tecnologías de seguimiento en tiempo real para cumplir con las expectativas del consumidor moderno.

Para enfrentar estos desafíos, diversas innovaciones y estrategias operativas se están implementando en el sector:

- Consolidación de entregas en puntos de recogida (“lockers”) o tiendas asociadas: permiten disminuir viajes individuales y mejorar la eficiencia en la entrega urbana.
- Optimización avanzada de rutas mediante sistemas inteligentes (TMS, IoT, geolocalización): estos sistemas permiten ajustar dinámicamente trayectos en función del tráfico, densidad y ventanas horarias.
- Uso de flotas sostenibles de última milla, como bicicletas eléctricas o vehículos ligeros, que ayudan a reducir el impacto ambiental mientras se agiliza la distribución en zonas centrales.

A pesar de estas soluciones, el sector enfrenta aún una encrucijada: ¿cómo lograr un equilibrio entre velocidad, costo y sostenibilidad? Las empresas logísticas deben actuar reconociendo que la última milla ya no es solo un desafío operativo, sino un factor estratégico clave para la competitividad y la reputación de la marca.

Figura 17. Línea de tiempo sobre la evolución del sistema de distribución logístico



Fuente: Iadino Fino, L. E. (2020). Sistema de distribución logístico

La imagen representa el concepto de la logística de última milla, mostrando de manera visual cómo se lleva a cabo la fase final del proceso de distribución, desde el almacén o centro logístico hasta la entrega directa al cliente. En ella se reflejan los principales retos que afronta este tramo de la cadena de suministro, como la dispersión

geográfica de los pedidos, la congestión en áreas urbanas y las limitaciones de acceso en zonas de alta densidad poblacional. Esta transmite la idea de que la última milla no solo implica un desafío operativo, sino que también se ha convertido en un elemento estratégico fundamental para la competitividad empresarial. Se evidencian soluciones actuales que buscan mejorar la eficiencia, como el uso de puntos de recogida o taquillas inteligentes, la implementación de sistemas de optimización de rutas con soporte tecnológico y la incorporación de vehículos más sostenibles, como bicicletas eléctricas o furgonetas ligeras.

Esta simboliza la necesidad de encontrar un equilibrio entre rapidez, costos y sostenibilidad, destacando cómo la gestión adecuada de esta fase repercute directamente en la satisfacción del consumidor

La Figura 18 muestra una línea de tiempo sobre la evolución de la entrega de última milla, destacando los hitos y transformaciones que han marcado este proceso en diferentes etapas.

Figura 18. Línea de Tiempo: Evolución de la Entrega de Última Milla

Periodo	Innovaciones y Características
Década de 1990 – Primeras soluciones urbanas	- Inicio de la planificación logística urbana para distribución de mercancías. - Implementación de puntos de recogida y entregas fuera de horarios punta para reducir congestión.
2000–2010 – Auge del comercio electrónico	- Crecimiento del e-commerce y demanda de entregas rápidas y eficientes. - Mayor importancia de la logística de última milla en la experiencia del cliente.
2010–2020 – Innovaciones tecnológicas	- Introducción de vehículos eléctricos y drones para entregas sostenibles. - Creación de microcentros de distribución para optimizar entregas urbanas. - Implementación de IA y análisis de datos para optimizar rutas y tiempos de entrega.
2021–2025 – Integración de infraestructura urbana y sostenibilidad	- Proyectos urbanos que usan transporte público para mover paquetería (ej. metro en Madrid). - Uso de robots autónomos y flotas sostenibles en zonas densamente pobladas, como el proyecto Botnet en Barcelona. - Consolidación de entregas mediante lockers o tiendas asociadas.

Fuente: Elaboración propia

4.3 Soluciones innovadoras: drones, vehículos autónomos y micro-almacenes

La evolución del comercio electrónico ha impulsado la necesidad de soluciones logísticas más eficientes y sostenibles. En este contexto, tecnologías emergentes como drones, vehículos autónomos y micro-almacenes están redefiniendo la gestión de la última milla.

Los vehículos aéreos no tripulados (VANT), comúnmente conocidos como drones, están revolucionando la entrega de última milla. Empresas como Amazon han implementado sistemas como Prime Air, que utilizan drones eléctricos capaces de entregar paquetes de hasta 2.7 kg en menos de una hora. Estos drones siguen rutas preestablecidas y operan bajo estrictas normas de seguridad, permitiendo una reducción significativa de costos y tiempos de entrega.

La automatización del transporte terrestre mediante vehículos autónomos está ganando terreno en la logística urbana. Estos vehículos, equipados con tecnologías avanzadas de navegación y control, permiten una distribución más eficiente y segura de mercancías. Su implementación contribuye a la reducción de costos operativos y mejora la sostenibilidad del transporte de última milla.

La instalación de micro-almacenes en zonas urbanas estratégicas facilita una preparación y distribución más ágil de los pedidos. Estos pequeños centros de almacenamiento permiten una respuesta más rápida a la demanda del cliente y optimizan las rutas de entrega, reduciendo la congestión urbana y las emisiones de CO₂.

Todo ello genera un impacto en la gestión empresarial y los recursos humanos. La adopción de estas tecnologías no solo transforma los procesos logísticos, sino que también tiene implicaciones en la gestión empresarial y los recursos humanos. La automatización de tareas repetitivas permite a las empresas reorientar sus recursos hacia actividades de mayor valor añadido, como la atención al cliente y la innovación de productos. Además, surge la necesidad de perfiles profesionales con habilidades en robótica, inteligencia artificial y gestión de datos, impulsando la formación y especialización en estos campos.

Como conclusión, la integración de drones, vehículos autónomos y micro-almacenes en la logística urbana representa un avance hacia sistemas de distribución más inteligentes, sostenibles y adaptados a las exigencias del comercio electrónico. Estas innovaciones no solo mejoran la eficiencia operativa, sino que también transforman la estructura organizativa y las competencias requeridas en el ámbito empresarial.

La automatización del transporte terrestre mediante vehículos autónomos está ganando terreno en la logística urbana. Estos vehículos, equipados con tecnologías avanzadas de navegación y control, permiten una distribución más eficiente y segura de mercancías. Su implementación contribuye a la reducción de costos operativos y mejora la sostenibilidad del transporte de última milla.

La Figura 19 presenta un cuadro comparativo entre el modelo tradicional y el modelo actual de la logística de última milla, destacando cómo la innovación tecnológica y las nuevas demandas del comercio electrónico han transformado esta etapa del proceso.

Figura 19. Diagrama comparativo modelos tradicional y actual

Aspecto	Modelo Tradicional	Modelo Actual (Innovador)
Centros de almacenamiento	Grandes almacenes centralizados fuera de la ciudad.	Micro-almacenes urbanos cercanos al cliente final.
Transporte	Camiones y furgonetas convencionales conducidos por humanos.	Vehículos autónomos y drones para entregas rápidas.
Tiempo de entrega	Más largo, depende del tráfico y de rutas lineales.	Más corto, rutas optimizadas y acceso aéreo (drones).
Flexibilidad	Limitada, adaptación lenta a picos de demanda.	Alta, micro-almacenes y vehículos autónomos permiten respuestas rápidas a la demanda.
Costos operativos	Elevados por combustible, mantenimiento y mano de obra	Reducción de costos en transporte y logística gracias a automatización y eficiencia energética.
Impacto ambiental	Mayor emisión de CO ₂ debido a transporte terrestre masivo.	Menor huella de carbono con rutas optimizadas, vehículos eléctricos y micro-almacenes.
Gestión de recursos humanos	Necesidad de gran cantidad de conductores y personal de almacén.	Enfoque en perfiles especializados en tecnología, robótica y gestión de datos.
Escalabilidad	Dificultad para adaptarse a crecimiento rápido del comercio electrónico.	Alta escalabilidad gracias a la automatización y modularidad de micro-almacenes.

Fuente: Elaboración propia

5 IMPACTO EN LA GESTIÓN EMPRESARIAL Y RECURSOS HUMANOS

La transformación digital, la sostenibilidad y la expansión del comercio electrónico no solo afectan a los procesos logísticos y comerciales, sino que también tienen un impacto profundo en la gestión empresarial y en los recursos humanos. Las organizaciones se enfrentan a la necesidad de redefinir sus estructuras internas, sus estrategias de talento y sus modelos de liderazgo para responder a un entorno en constante cambio. Este capítulo analiza, en primer lugar, los cambios en la gestión del talento y la formación, resaltando la importancia del desarrollo continuo de competencias digitales y de la adaptación organizacional. Posteriormente, se examinan las implicaciones estratégicas para la gestión empresarial, donde los departamentos de recursos humanos adquieren un papel clave en la anticipación de tendencias, la integración de la innovación y la construcción de culturas corporativas más flexibles y sostenibles. En conjunto, estos aspectos permiten comprender cómo la digitalización y la sostenibilidad no solo transforman los procesos operativos, sino que también reconfiguran la manera en que las empresas gestionan a las personas y su capacidad de competir en el mercado global.

Cambios en la gestión de talento y formación

La digitalización y la sostenibilidad están transformando con rapidez las necesidades de competencias y formación dentro de las organizaciones, particularmente en empresas vinculadas al comercio electrónico y la logística. En este contexto, la gestión del talento ya no se limita solamente a contratar al personal adecuado, sino que incluye la capacidad de adaptarlo continuamente a innovaciones tecnológicas, nuevos modelos operativos y exigencias de servicio al cliente.

Un estudio reciente de Torres (2023) sobre la gestión del talento humano en el contexto empresarial actual realiza una revisión bibliográfica de trabajos publicados entre 2002 y 2022 y concluye que uno de los cambios más significativos es la proliferación de modelos por competencias técnicas y tecnológicas. El autor señala que “las organizaciones demandan cada vez más empleados con habilidades digitales, capacidad para trabajar con nuevas herramientas tecnológicas y adaptación al cambio” (Torres, 2023, p. 90). Además, remarca que la formación continua no es ya un extra, sino una necesidad imperativa para sostener la competitividad, ya que los empleados deben actualizar sus conocimientos y habilidades constantemente.

Por otro lado, Ferreiro-Seoane (2019) aborda cuáles son las empresas más atractivas para los profesionales en España: la formación y la gestión del talento. Según este autor, las compañías que ofrecen oportunidades de aprendizaje, programas

estructurados de capacitación y un plan claro de carrera interior atraen mejor el talento, retienen a sus trabajadores y mejoran su desempeño organizacional. La investigación revela que, en España, dentro de empresas con mayor formación y gestión del talento, existe correlación positiva con mayor percepción de estabilidad, satisfacción del empleado y fidelización.

Estos cambios tienen varias implicaciones prácticas para la gestión empresarial y los recursos humanos:

- **Formación continua y desarrollo de competencias digitales:** la necesidad de formar al personal en tecnologías emergentes (herramientas digitales, análisis de datos, plataformas e-commerce, automatización).
- **Planes de carrera y retención:** dado el coste de reclutar nuevas personas especializadas, es más eficiente invertir en desarrollar talento interno; políticas de promoción, mentoría y valoración del desempeño se vuelven clave.
- **Adaptación organizacional:** la empresa debe incorporar la cultura del aprendizaje permanente y la adaptabilidad, tanto para procesos internos como para responder a los cambios del mercado o exigencias de sostenibilidad.
- **Enfoque estratégico de RR. HH.:** los departamentos de recursos humanos adquieren un rol estratégico mayor: no solo gestionan personal, sino que anticipan qué competencias serán necesarias mañana, alineando los planes formativos con la estrategia de innovación y logística sostenible.

Asimismo, el estudio “La formación permanente de los trabajadores y las competencias digitales en un mercado laboral signado por la utilización de algoritmos” (Castro Franco, 2024) destaca que la digitalización no elimina empleos, sino que obliga a actualizarlos. La investigación sostiene que la formación continua es crucial para que los empleados puedan trabajar eficazmente en un entorno dominado por algoritmos, ya que los perfiles laborales no desaparecen, sino que deben reinventarse constantemente. El autor enfatiza que “la incorporación de tecnología exige mayores niveles de capacitación en los empleados/as, de forma que los perfiles de trabajo actuales no desaparecerán, sino que necesitarán actualizarse” (Castro Franco, 2024, p. 60).

En consecuencia, las empresas enfrentan la necesidad de implementar programas de reciclaje profesional (reskilling) y de aprendizaje continuo (upskilling), que permitan a sus plantillas adquirir habilidades relacionadas con software especializado, análisis de datos o herramientas digitales colaborativas. Además, debe promoverse una cultura organizacional orientada al aprendizaje permanente, colaboración interdisciplinar y

experimentación tecnológica. En resumen, la adaptación de la fuerza laboral no solo radica en adquirir nuevas herramientas, sino también en desarrollar mentalidades capaces de convivir y cooperar con tecnologías inteligentes.

Figura 20. Nuevas competencias digitales requeridas para la logística del futuro

Competencia digital	Descripción concreta del requerimiento
Análisis de datos / Big Data	Capacidad para recopilar, procesar y utilizar datos operativos (como tiempos de entrega, rutas, inventarios) para optimización logística.
Uso de herramientas digitales avanzadas (TMS, WMS, SCM)	Dominio de sistemas y software de gestión logística para mejorar la eficiencia, visibilidad y seguimiento de la cadena de suministro.
Habilidades de adaptación tecnológica	Flexibilidad para aprender a usar nuevas tecnologías, integrarlas en procesos existentes, y adaptación rápida a cambios operativos (digitalización creciente).
Competencia en gestión de la cadena de suministro digital	Entender el funcionamiento de cadenas interconectadas digitalmente, coordinar proveedores, logística inversa, trazabilidad, etc.
Formación continua / Aprendizaje permanente	Actualización constante de conocimientos digitales, cursos, capacitación interna, para mantener la competitividad ante nuevas tecnologías.

Fuente: Elaboración propia

6 RESILIENCIA Y RIESGOS EN LAS CADENAS DE SUMINISTRO GLOBALES

Las cadenas de suministro globales operan en un entorno marcado por la incertidumbre y la volatilidad. La globalización, que ha permitido ampliar mercados y diversificar orígenes de aprovisionamiento, también ha hecho a las empresas más vulnerables a interrupciones de gran alcance. En la actualidad, factores como las tensiones geopolíticas, las crisis sanitarias, el cambio climático o las fluctuaciones de la demanda constituyen amenazas que ponen en riesgo la continuidad de los flujos logísticos. La pandemia de la COVID-19 demostró hasta qué punto las cadenas de suministro pueden colapsar ante restricciones súbitas, mientras que fenómenos climáticos extremos o la dependencia de proveedores concentrados en determinadas regiones siguen evidenciando fragilidades estructurales.

6.1 Principales riesgos que amenazan la continuidad

Entre los riesgos más destacados se encuentran las interrupciones en el suministro de materias primas, la incapacidad para responder a incrementos repentinos en la demanda, la elevada sensibilidad temporal de determinados sectores que no admiten retrasos y las perturbaciones de carácter estructural como conflictos armados o fenómenos meteorológicos severos. La combinación de estos factores obliga a las empresas a replantear sus modelos logísticos y a priorizar la resiliencia como un elemento estratégico.

6.2 Capacidades dinámicas como fundamento de la resiliencia

La literatura académica reciente destaca que la construcción de resiliencia requiere desarrollar lo que se denominan capacidades dinámicas, es decir, la habilidad de transformar y reconfigurar recursos estratégicos para adaptarse a situaciones imprevistas. Kaneberg et al. (2025) proponen que dichas capacidades deben analizarse bajo la lógica del Balanced Scorecard, integrando perspectivas financieras, operativas, de aprendizaje y de cliente, lo cual permite a las empresas diseñar un marco integral para resistir crisis de gran escala. Esta visión sitúa la resiliencia no como un conjunto de medidas aisladas, sino como un sistema que atraviesa todas las dimensiones de la organización.

Por su parte, Yan et al. (2023) ponen de relieve que la capacidad de recuperación se fortalece cuando las empresas invierten en incrementar la flexibilidad operativa, mejorar la visibilidad en tiempo real de los procesos y tomar decisiones de manera coordinada en situaciones críticas. Sus investigaciones muestran que, en contextos de interrupción, un modelo de decisión centralizado permite reaccionar con mayor rapidez y reducir los tiempos de recuperación (recovery time), mientras que el aumento de capacidad de reserva en producción (supply capacity) o transporte contribuye a absorber mejor los picos de demanda. La resiliencia, por tanto, no se limita a reaccionar ante un evento adverso, sino que implica anticiparse y prepararse mediante el diseño de estructuras flexibles y adaptables.

6.3 Estrategias concretas para construir resiliencia

A nivel práctico, esta visión se traduce en la necesidad de diversificar proveedores y fuentes de aprovisionamiento para evitar la dependencia excesiva de un único actor o región. También resulta clave invertir en sistemas de monitorización y trazabilidad que ofrezcan visibilidad a lo largo de toda la cadena de suministro, de modo que las señales de alerta puedan detectarse antes de que se conviertan en interrupciones críticas. Del mismo modo, la planificación de contingencias debe formar parte de la estrategia empresarial,

estableciendo protocolos de actuación frente a escenarios diversos, desde catástrofes naturales hasta crisis energéticas.

6.4 Implicaciones para la estrategia empresarial

La incorporación de estas medidas supone costes iniciales significativos, tanto en infraestructura como en capital humano. Sin embargo, los estudios coinciden en que los beneficios superan ampliamente las inversiones, puesto que la pérdida derivada de una interrupción prolongada puede comprometer no solo la rentabilidad, sino también la supervivencia de la empresa. La resiliencia, en este sentido, se convierte en una ventaja competitiva frente a competidores que no cuentan con planes de contingencia robustos. Además, la colaboración interorganizativa y la construcción de relaciones de confianza entre empresas, proveedores y administraciones se perfilan como elementos imprescindibles para afrontar riesgos de carácter sistémico.

7 CONCLUSIÓN

El análisis realizado a lo largo de este Trabajo de Fin de Grado permite afirmar que la logística contemporánea atraviesa una etapa de transformación sin precedentes, en la que confluyen la digitalización, la sostenibilidad y la resiliencia como ejes estratégicos. Tecnologías como la inteligencia artificial, el blockchain, el big data o las plataformas digitales han dejado de ser simples herramientas de apoyo para convertirse en pilares fundamentales en la gestión de las cadenas de suministro, aportando visibilidad, eficiencia y capacidad de adaptación en entornos cada vez más competitivos e inciertos.

Asimismo, la sostenibilidad emerge como una fuente de ventaja competitiva. La incorporación de prácticas de logística verde, la reducción de emisiones y la optimización de recursos se consolidan como requisitos indispensables para responder a las demandas de consumidores e instituciones, al tiempo que fortalecen la reputación corporativa. Del mismo modo, el trabajo evidencia que la resiliencia se ha convertido en un elemento crítico para garantizar la continuidad operativa. Las experiencias derivadas de crisis recientes muestran que la capacidad de anticiparse, diseñar planes de contingencia y diversificar recursos es tan importante como la eficiencia misma.

En definitiva, el futuro de la logística se perfila como un escenario híbrido, donde la tecnología y la sostenibilidad deben avanzar de forma conjunta. Las organizaciones que logren integrar ambos aspectos estarán mejor posicionadas para afrontar los desafíos globales, aprovechar las oportunidades de la economía digital y contribuir a un modelo de desarrollo más equilibrado y responsable.

BIBLIOGRAFÍA

- ACCENTURE. (2022). *El arte de la madurez en IA: Avanzar de la práctica al rendimiento*. Accenture. Recuperado de <https://www.accenture.com/>
- ÁLVAREZ-PALAU, E. J., & VIU ROIG, M. (2018). La logística del mañana: retos y oportunidades en la era digital. *Oikonomics*, (9), 13–27. Recuperado de <http://oikonomics.uoc.edu>
- AMADO MATEUS, M. (2024). La dualidad de la inteligencia artificial en la sostenibilidad de las cadenas de suministro: una revisión narrativa. *European Public & Social Innovation Review*, 9, 1–21.
- ALCOVER, C. M. (2023). ¿Son los robots recursos humanos? El desafío de la gestión de la fuerza de trabajo ante la transformación digital. *Revista de Trabajo y Seguridad Social. CEF*, (477), 231–256. <https://doi.org/10.51302/rtss.2023.18901>
- BOYANO FRAM, T. O., & Machado Licon, J. (2020). *Aspecto clave de la competitividad para las ciudades*. *Revista Ad-Gnosis*, 9(9), 135-152. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo/8703297.pdf>
- BRYNJOLFSSON, E., & MCAFEE, A. (2014). *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. W. W. Norton & Company.
- CADENA SER. (2024). Gullón, reconocida como mejor empresa en transformación digital. <https://cadenaser.com/castillayleon/2024/10/03/gullon-reconocida-como-mejor-empresa-en-transformacion-digital-radio-palencia/>
- CALLE GARCÍA, J. S., PINCAY DELGADO, M. A., MENDOZA PIONCE, B. S., & BRAVO QUIJIJE, G. S. (2024). Uso estratégico de la inteligencia artificial en la gestión de la cadena de suministro empresarial. *Ciencia y Desarrollo*, 27(2), 267–276.
- CASTRO FRANCO, A. M. (2024). La formación permanente de los trabajadores y las competencias digitales en un mercado laboral signado por la utilización de algoritmos. *Revista crítica de relaciones de trabajo, Laborum*, (11), 59-81. Recuperado de <https://revista.laborum.es/index.php/revreltra/article/view/989>
- CHRISTOPHER, M. (2016). *Logistics & Supply Chain Management*. Pearson UK.
- CHOPRA, S., & MEINDL, P. (2021). *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation* (7th ed.). Pearson.
- CONRAD, R. (2024, March 1). AI in Logistics: Driving Sustainability and Efficiency in Supply Chains. RTS Labs. <https://rtslabs.com/ai-logistics-sustainability-efficiency/>

- CRIPTO TENDENCIA. (2024). Casos de éxito empresarial en el uso de la blockchain: Innovación y transformación global. <https://criptotendencia.com/2024/01/22/casos-de-exito-empresas-transformadas-por-blockchain/>
- CRYPTONEWS. (2024). Casos de éxito: Empresas transformadas por la blockchain. <https://www.cryptonews.net/es/news/blockchain/28435232/>
- DELOITTE. (2022). Global Digital Supply Chain Transformation Report. Recuperado de <https://www2.deloitte.com>
- DELOITTE. (2023). *Analítica en tiempo real: Impulsando la excelencia operativa y el valor*. Deloitte Insights. Recuperado de <https://www2.deloitte.com/>
- EVANS, P. C., & ANNUNZIATA, M. (2012). Industrial Internet: Pushing the Boundaries of Minds and Machines. General Electric.
- FERREIRO-SEOANE, F. J. (2019). La formación y la gestión del talento en las empresas más atractivas para el desempeño profesional en España. *Revista de Formación Empresarial*, México. SciELO.
- FLÓREZ-OVIEDO, N. E., & LÓPEZ-HINCAPIÉ, E. (2023). *Evolución de la logística de la última milla. Revisión de la literatura. Ingeniería Industrial*, 44(2), 216-229. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9472198>
- FORBES ESPAÑA. (2024). Lista Forbes: Una empresa española entre las 50 que mejor usan blockchain en el mundo. <https://forbes.es/listas/229627/lista-forbes-una-empresa-espanola-entre-las-50-que-mejor-usan-blockchain-en-el-mundo/>
- GARCÍA-SÁNCHEZ, I., & MEDINA-PÉREZ, M. (2021). Colaboración interorganizativa en la cadena de suministro: El papel de Big Data y Blockchain. *Revista Española de Logística*, 34(2), 45–61. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7776543.pdf>
- GREEN LOGISTICS HUB. (2023). *Green logistics: strategies for sustainable supply chains* [Infografía]. Green Logistics Hub. <https://www.freightfox.ai/blog/green-logistics>
- GONZÁLEZ DE LEÓN BERINI, A. (2021). La evolución del comercio electrónico en la Unión Europea y en España. En *Derecho de la contratación electrónica y comercio electrónico en la Unión Europea y en España* (pp. 31–61).
- IADINO FINO, L. E. (2020). *Sistema de distribución logístico* [Figura 17].
- IBM. (2021). Blockchain for Supply Chain. Recuperado de <https://www.ibm.com>

- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. (2023b). *Breakthrough Agenda Report 2023* [Report]. IEA. Recuperado de <https://www.iea.org/reports/breakthrough-agenda-report-2023>
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. (2022). Emisiones globales de gases de efecto invernadero por sector (2019) [Figura 14]. IEA.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. (2023). *World energy outlook 2023* [Figura 12]. IEA.
- JOVANOVIĆ, M., KOSTIĆ, N., SEBASTIAN, I. M., & SEDEJ, T. (2022). Managing a blockchain-based platform ecosystem for industry-wide adoption: The case of TradeLens. arXiv preprint arXiv:2209.04206. <https://arxiv.org/abs/2209.04206>
- KANEBERG, E. R., PIOTROWICZ, W. D., Jensen, L.-M., Hertz, S., & Kedziora, D. (2025). Supply chain resilience and critical dynamic capabilities: a balanced scorecard approach. *Production & Manufacturing Research*, 13(1), Article ID 2523957. <https://doi.org/10.1080/21693277.2025.2523957>
- KNAPP AG. (2023). *Gemelo digital en logística: definición, ventajas y aplicaciones* [Figura 9]. KNAPP AG
- LARA MARTÍNEZ, O. R., MIJANGOS LÓPEZ, J. A., & RINCÓN ZAPATA, O. J. (2023). La importancia de la cadena de suministros en las empresas. *Revista Latinoamericana de Administración y Negocios*, 5(5), 1–15. <https://doi.org/10.56712/latam.v5i5.2791>
- MCKINSEY & COMPANY. (2019). *La toma de decisiones en la era de la urgencia*. McKinsey Quarterly. Recuperado de <https://www.mckinsey.com/>
- ORANGE BLOG. (2024). La tecnología blockchain en la industria 4.0: Casos y aplicaciones. <https://blog.masorange.es/grandes-empresas/blockchain-en-la-industria/>
- PARDO BUSTILLO, F. (2004). Evolución del comercio electrónico. *MK: Marketing + ventas*, (191), 60–61. Dialnet.
- PORTER, M. E. (2008). Las cinco fuerzas competitivas que le dan forma a la estrategia. *Harvard Business Review América Latina*, 86(1), 78-93
- PROJECT44. (2023). Cómo implementar con éxito la logística verde en la gestión del transporte de mercancías [Infografía 11]. Project44
- QUEIROZ, M. M., TELLES, R., & BONILLA, S. H. (2019). Blockchain and supply chain management integration: A systematic review of the literature. *Brazilian Administration Review*, 16(1), e180009. <https://doi.org/10.1590/1807-7692bar2019180009>

- SANTOS, R. F., & RAMOS, D. A. (2020). Blockchain: Aplicación en el comercio internacional y en la gestión de la cadena de suministro. *Información tecnológica*, 31(3), 145–156. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642020000300145>
- Statista. (2024). E-commerce sales worldwide by region: 2023 vs. projected 2028 [Gráfico]. Statista.
- TDWI. (2021). *Datos en tiempo real: Impulsando el éxito empresarial con información al minuto*. The Data Warehousing Institute (TDWI). Recuperado de <https://tdwi.org/>
- TORRES, W. E. (2023). Análisis de la gestión del talento humano en el contexto empresarial actual: una revisión bibliográfica. *INNOVA Research Journal*, 8(2), 83–106. Dialnet.
- VILLAGRÁN, M. C. O. (2024). Tendencias tecnológicas y nuevos modelos de negocio en la logística urbana. *Revista de Investigación Latinoamericana en Competitividad Organizacional*, 6(24), 32–45. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/10035491.pdf>
- YAN, X., LI, J., SUN, Y., & De Souza, R. (2023). *Supply chain resilience enhancement strategies in the context of supply disruptions, demand surges, and time sensitivity*. *Fundamental Research*, 5(2), 496-504. <https://doi.org/10.1016/j.fmre.2023.10.019>
- YIN, R. K. (2018). *Case Study Research and Applications: Design and Methods* (6th ed.). SAGE Publications.