



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“LA INDUSTRIA 4.0 Y SU APLICACIÓN EN LA CADENA DE
SUMINISTRO GEMELA”**

Autor:

Sr. Héctor Andrés López Alvia

Tutor de Titulación:

Ing. Erika Cleopatra Bernal Barcia

Manta - Manabí - Ecuador

2024

UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIA Y ARQUITECTURA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“LA INDUSTRIA 4.0 Y SU APLICACIÓN EN LA CADENA DE
SUMINISTRO GEMELA”**

Sometida a consideración del Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, como requisito para obtener el título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Aprobado por el Tribunal Examinador:

Dr. Héctor Cedeño
Decano de la facultad de
Ingeniería, Industria y Arquitectura

Ing. David Loor
Director

JURADO EXAMINADOR

JURADO EXAMINADOR

Certificación

En calidad de docente tutor de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura, Carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante López Alvia Héctor Andrés, legalmente matriculado en la carrera de Ingeniería Industrial, período académico 2025-1, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es **“La Industria 4.0 y su aplicación en la cadena de suministro gemela”**.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad de este, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, agosto del 2025.

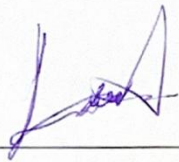
Lo certifico,



Ing. Erika Cleopatra Bernal Barcia
Docente Tutor(a)
Ingeniería Industria y Arquitectura.

Declaración de Autoría de Tesis

López Alvia Héctor Andrés, estudiante de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Facultad de Ingeniería Industria y Arquitectura, Carrera de Ingeniería Industrial, libre y voluntariamente declaro que la responsabilidad del contenido del presente trabajo titulado **“La Industria 4.0 y su aplicación en la cadena de suministro gemela”**. Es una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del tutor, Ing. Erika Cleopatra Bernal Barcia y la propiedad intelectual de la misma pertenece a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.



López Alvia Héctor Andrés

C.I. 1316830635



Ing. Erika Cleopatra Bernal Barcia

C.I. 1306266097

Manta, agosto 2025

Dedicatoria

A mis padres por acompañarme en todo mi proceso, por brindarme apoyo en cada una de mis etapas, por el cariño y por mostrarme con el ejemplo el valor de esfuerzo y humildad, en especial a mi madre, por ser mi cómplice en cada uno de mis caprichos, por ser ese lugar donde pude recorrer para que me aconseje, me corrija y me apoye en cada decisión a tomar, por ser mi inspiración para superarme día a día y darme su amor condicional, a mis hermanas por ser un ejemplo a seguir, a mi novia por estar a mi lado, apoyarme y alegrarse por cada pequeño logro obtenido y sobre todo a Dios, por bendecirme y darme la oportunidad de tener a todos a mi lado

A todos ustedes y con gratitud eterna a Dios les dedico este logro.

Reconocimiento

A Dios, por haberme dado salud y fortaleza para culminar esta etapa, a mis padres, por ser mi base y ejemplo de dedicación y sacrificio, por sus palabras de aliento y brindarme amor sin condiciones, a mis hermanas, por acompañarme y ayudarme cuando fue necesario, a mis docentes, por compartir sus conocimientos y permitirme estar hoy aquí, a mis compañeros de curso por haberme dado su apoyo dentro y fuera del aula, por compartir sus ideas y buenos momentos y a todos aquellos que de una u otra manera contribuyeron a ser la persona que soy, mi más sincero agradecimiento.

Índice de Contenido

Certificación	iii
Declaración de Autoría de Tesis	iv
Dedicatoria.....	v
Reconocimiento	vi
Resumen Ejecutivo	ix
Introducción	1
Planteamiento del problema	2
Formulación del problema	5
Preguntas directrices.....	5
Objetivos.....	6
Objetivo General	6
Objetivos Específicos	6
Justificación	7
1 Fundamentación Teórica	9
1.1 Antecedentes Investigativos	9
1.2 Bases Teóricas	12
1.3 Marco Metodológico.....	18
1.3.1 Modalidad Básica de la Investigación	18
1.3.2 Enfoque.....	19
1.3.3 Nivel de investigación	19
1.3.4 Población de estudio	20
1.3.5 Tamaño de la muestra.....	20
1.3.1 Técnicas de recolección de datos.....	21
1.3.2 Plan de recolección de datos.....	23
1.3.3 Procesamiento de la Información	24

2	Capítulo	25
	Conclusión	36
	Recomendaciones	37
	Bibliografía	39

Índice de tablas

Tabla 2.1	<i>Clasificación y abreviación de Documentos Utilizados en la Investigación</i>	25
Tabla 2.2	<i>Sectores a los que aplica un gemelo digital en la industria 4.0</i>	29

Índice de Figuras

Figura 2.1	<i>Tecnologías de la industria 4.0 que se utilizan en una cadena de suministro gemela</i>	31
Figura 2.2	<i>Beneficios de la adopción de los gemelos digitales en los diferentes documentos</i>	32
Figura 2.3	<i>Visión general de beneficios encontrados</i>	33
Figura 2.4	<i>Desafíos y barreras encontrados en la implementación de los gemelos digitales</i>	34

Resumen Ejecutivo

La Industria 4.0 representa una transformación fundamental en los procesos industriales mediante la integración de tecnologías avanzadas como el Internet de las Cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA), el big data y la automatización. Este proyecto de investigación se centra en analizar el impacto y los beneficios estratégicos de la adopción de estas tecnologías, específicamente en el contexto de las cadenas de suministro gemelas, que son réplicas digitales de sistemas físicos diseñadas para optimizar operaciones en tiempo real.

La investigación aborda los desafíos y oportunidades que la implementación de cadenas de suministro gemelas presenta para las empresas, incluyendo la mejora de la toma de decisiones, la reducción de costos y la capacidad de respuesta ante imprevistos. Sin embargo, también identifica barreras como la falta de capacitación, la calidad de los datos y la complejidad tecnológica.

El trabajo propone un enfoque cualitativo y descriptivo, basado en una revisión sistemática de literatura y el análisis de casos prácticos documentados. A través de esta metodología, se busca ofrecer recomendaciones para la adopción efectiva de tecnologías emergentes en cadenas de suministro, considerando factores clave como la capacitación del personal y la veracidad de los datos.

Este estudio es relevante para empresas que buscan adaptarse a la era digital, ya que proporciona un marco teórico y práctico para la implementación de cadenas de suministro gemelas, destacando su potencial para transformar operaciones logísticas y aumentar la competitividad en un entorno industrial globalizado.

Palabras clave: Industria 4.0, Cadena de suministro gemela, Gemelo digital, Transformación digital, Automatización, Big data, Internet de las Cosas (IoT), Inteligencia artificial (IA).

Introducción

La Industria 4.0 marca una nueva era en la gestión de procesos industriales, caracterizada por la integración de tecnologías digitales avanzadas como el Internet de las Cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA), el big data y la automatización. Estas tecnologías no solo optimizan la producción, sino que también transforman las cadenas de suministro, haciéndolas más eficientes, resilientes y adaptables a los cambios del mercado global.

En este contexto, surge el concepto de la Cadena de Suministro Gemela, una herramienta tecnológica basada en la creación de réplicas digitales de sistemas físicos. Estas réplicas permiten la simulación, análisis y predicción de operaciones en tiempo real, ofreciendo a las empresas la capacidad de anticiparse a problemas, reducir costos y mejorar la toma de decisiones estratégicas.

Sin embargo, la implementación de estas tecnologías enfrenta desafíos significativos, especialmente en países en desarrollo como Ecuador, donde la falta de infraestructura tecnológica, la escasa capacitación del personal y la baja calidad de los datos dificultan su adopción. A pesar de estas barreras, la Cadena de Suministro Gemela representa una oportunidad crucial para que las empresas ecuatorianas modernicen sus operaciones y compitan en un mercado cada vez más digitalizado.

Este trabajo de investigación tiene como objetivo analizar el impacto de la Industria 4.0 en las cadenas de suministro, con un enfoque particular en los beneficios, desafíos y estrategias asociadas a la implementación de gemelos digitales. A través de un enfoque cualitativo y descriptivo, se busca proporcionar un marco de referencia teórico y práctico que sirva como guía para empresas interesadas en adoptar estas tecnologías y transformar sus cadenas de suministro en herramientas más eficientes y sostenibles.

Planteamiento del problema

En la actualidad, las Industrias se ven obligadas a adaptarse a un entorno cada vez más digital y automatizado para mantenerse competitivas. En donde la integración de la automatización y la digitalización de procesos, según los principios de la Industria 4.0, mejora tanto la eficiencia operativa como la productividad. No obstante, una mala implementación de estas tecnologías o la falta de conocimiento, en el enfoque de una cadena de suministro gemela, podría limitar el alcance de sus objetivos, lo que impactaría negativamente a la organización.

Es fácil observar la revolución de las industrias con la digitalización de los procesos y más cuando se habla de una cadena de suministro gemela, permitiendo identificar posibles problemas y mejorando su eficiencia operativa, siendo así muy flexible al cambio constante, ayudando a una mejor toma de decisiones , como lo señala (Varas Chiquito, García Plua, Bustamante Chong, & Bustamante Chong, 2020) Los gemelos digitales son soluciones diseñadas para replicar digitalmente una realidad física, generando conocimientos basados en datos. Su propósito es ofrecer herramientas que faciliten la toma de decisiones, incorporando además funciones de simulación y predicción.

De acuerdo a (Castillo Rabanal, Huamanchumo Gordillo, & Lecca Rengifo, 2024) El gran desafío de la implementación de un gemelo digital será su veracidad en la entrega real de los datos existente de los procesos, puesto que estos pueden llevar a una mala digitalización, mostrando resultados inexactos el cual afecte en las decisiones o correcciones que se deban tomar.

Al respecto una publicación de (MAPFRE Global Risks, 2020) estima que el mercado de gemelos digitales pasará de 3.800 millones de dólares en 2019 a 35.800 millones en 2025, con un crecimiento anual compuesto del 45,4%. esto debido a que un gemelo digital es adaptable a la empresa que lo requiera, donde gracias a su aplicación Las industrias pueden mostrar cómo los cambios en el diseño, los usos prácticos, las condiciones ambientales y muchas otras variables tienen un impacto.

El mayor problema que se encontraran las industrias, declara (Ayala, 2020) será probar el potencial que tienen para una buena aplicación de la tecnología de un gemelo digital y así definir su éxito constatando en su eficiencia y rentabilidad operativa, en donde para alcanzar estas representaciones de alta precisión, se deberá emplear un análisis de datos exactos.

En América Latina un estudio hecho por Montecinos (2021) declara “que aún no existen condiciones suficientes y favorables para cambios profundos, ni una visión estratégica de largo plazo para instalar con fuerza la revolución industrial 4.0 en la gestión pública.” Es muy claro el reto de acceder a estas tecnologías por la falta de capacitación que conlleva obtener sistemas informáticos avanzados, así como la calidad de conexiones que no permiten implementar un proceso de aprendizaje entre la academia e industria dentro de un curriculum educativo.

En ese mismo sentido Rodríguez-Alegre, L; Trujillo-Valdiviezo, G; Egusquiza-Rodríguez, M; López-Padilla, R. (2021) mencionan que en América Latina es fundamental cerrar de inmediato las brechas de pobreza y acceso a internet mientras se consolida la entrada de la industria 4.0. De no hacerlo, se corre el riesgo de quedar atrás y aumentar la pobreza debido al desempleo. Es necesario un cambio profundo en la educación, enfocado en aprender a hacer y apoyado por estrategias sostenibles que superen el modelo actual de consumo digital y más para un gemelo digital basado en sistemas altamente exactos.

En base a la aplicación de la industria 4.0 en Ecuador de acuerdo a cifras del Foro Económico Global se realizó una evaluación de preparación en las industrias “Readiness overall assessment” en donde, lo dejó ubicado en el puesto 89 de 100 en el ranking mundial el cual se informó por medio de “Readiness for the Future of Production Report 2018”, (Kearney, 2018) esta misma organización en el 2019, ubicó al Ecuador en el puesto 90 de 141 en un índice de competitividad en un reporte considerado “The Global Competitiveness Report 2019”, (Schwab, 2019).

(Alvarez Vásquez & Arroyo Morocho, 2021) en su estudio del análisis de la industria 4.0 dentro del sector Industrial Ecuatoriano, encontraron que no existen

políticas públicas las cuales incentiven a las empresas a la implementación de estos sistemas tecnológicos, en la cual ven la necesidad de impulsar ecosistemas de innovación que sirvan para enfrentar las desventajas tecnológicas Industriales de alguna manera.

La desventaja global en Ecuador es muy clara a nivel tecnológico, a diferencia de países industrializados como lo es Alemania, Japón, Corea, a la industria ecuatoriana se la considera mediana o pequeña, por lo cual se debe enfocar en transformarlas en Industrias inteligentes para así combatir el déficit de tecnologías el cual va de la mano con la falta de capacitación, de esta manera hacer que la producción sea activa de una mejor manera, siendo eficiente y sostenible, puesto que se distinga por la calidad de productos y bajos costos.

Formulación del problema

¿Cuáles son los efectos y beneficios estratégicos que se derivan de la adopción de tecnologías emergentes relacionadas con la Industria 4.0 en las cadenas de suministro industriales?

Preguntas directrices

¿Qué impactos generan las diferentes tecnologías emergentes (como el IoT, la inteligencia artificial, blockchain, etc.) en áreas clave de la cadena de suministro, tales como la gestión de inventarios, la logística y la producción?

¿Qué estrategias de implementación de tecnologías de la Industria 4.0 están utilizando las industrias y cuáles son los factores que determinan su éxito o fracaso?

¿Cuáles son las tendencias actuales y las recomendaciones más relevantes, basadas en estudios previos, para integrar tecnologías emergentes en las cadenas de suministro industriales?

Objetivos

Objetivo General

- Analizar que efectos y beneficios estratégicos son resultantes de la adopción de tecnologías emergentes relacionadas con la Industria 4.0, dentro del contexto particular de las cadenas de suministro industriales

Objetivos Específicos

- Determinar los impactos específicos de cada tecnología emergente en áreas clave de la cadena de suministro, como la gestión de inventarios, la logística y la producción
- Comparar las estrategias de implementación de tecnologías de la Industria 4.0 en las industrias, identificando los factores que influyen en el éxito o fracaso de estas iniciativas.
- Identificar las tendencias y recomendaciones para la integración de tecnologías emergentes en las cadenas de suministro, basadas en las conclusiones y sugerencias de estudios revisados.

Justificación

La transformación digital impulsada por la Industria 4.0 ha generado un impacto significativo en la forma en que las empresas gestionan sus procesos y recursos. Este fenómeno, caracterizado por la convergencia de tecnologías avanzadas como el Internet de las Cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA), el big data y la automatización, ha introducido un nuevo paradigma en la administración de las cadenas de suministro, permitiendo el desarrollo de modelos de negocio más eficientes, adaptables y resilientes. En este contexto, el concepto de la "Cadena de Suministro Gemela" emerge como una innovación tecnológica estratégica, diseñada para simular y optimizar operaciones en tiempo real.

En términos teóricos, este proyecto de investigación abordará los principios fundamentales de la Industria 4.0 y sus tecnologías base, estableciendo un marco de referencia para comprender cómo cada elemento (como la automatización, la robótica avanzada, y la inteligencia artificial) contribuye a la creación de un entorno digital inteligente. Se profundizará en el concepto de "gemelo digital", una réplica virtual de los sistemas físicos, y cómo su integración en las cadenas de suministro permite la simulación, análisis predictivo y optimización de procesos.

Esta investigación explicará los beneficios teóricos y las posibilidades de esta transformación: reducción de costos, mejora de la toma de decisiones, monitoreo en tiempo real, y capacidad de respuesta a imprevistos. Asimismo, se analizarán los desafíos que esta evolución conlleva, tales como la complejidad tecnológica y la seguridad de los datos, resaltando la importancia de comprender tanto los aspectos técnicos como los cambios organizacionales que son necesarios para implementar este modelo.

En el ámbito práctico, este proyecto de investigación explorará cómo la implementación de la Cadena de Suministro Gemela en el contexto de la Industria 4.0 no solo implica la adopción de tecnologías avanzadas, sino también el desarrollo de estrategias efectivas para enfrentar desafíos humanos y organizacionales, como la falta de capacitación del personal y la confiabilidad de los datos. Para que una cadena de suministro gemela funcione adecuadamente

y proporcione beneficios reales, es fundamental contar con una fuerza laboral capacitada que entienda y se adapte a las nuevas tecnologías, así como asegurar la precisión de los datos que se ingresan en el sistema.

Se revisarán estudios de caso en los que se analizarán las estrategias de capacitación adoptadas por empresas líderes para preparar a sus empleados en el manejo de las herramientas digitales y la interpretación de datos generados por la cadena de suministro gemela. La investigación se centrará en los métodos de entrenamiento efectivos, como simulaciones virtuales y programas de educación continua, que buscan reducir la resistencia al cambio y mejorar las habilidades digitales del personal. Este enfoque es crucial, ya que una deficiente comprensión de los sistemas puede derivar en errores operativos y en una subutilización de las capacidades del gemelo digital.

Este proyecto de investigación será relevante, ya que servirá de guía para organizaciones interesadas en adaptarse a los cambios de la industria moderna, facilitando un conocimiento integral que les permita avanzar hacia una cadena de suministro más ágil y resiliente mediante el uso de la tecnología 4.0, en donde, la combinación de capacitación adecuada y control de calidad de los datos permitirá que la Cadena de Suministro Gemela funcione como una herramienta eficaz para anticiparse a problemas, optimizar operaciones y lograr una gestión de recursos más eficiente. Estos elementos son esenciales para que el uso de la tecnología no solo sea viable, sino que también ofrezca un valor real y sustentable en la práctica empresarial.

1 Fundamentación Teórica

1.1 Antecedentes Investigativos

En el estudio realizado por Barreno, Moreno y Melo, (2023) titulado "Revisión Bibliométrica sobre Simulación de Gemelos Digitales en la Cadena de Suministro de Cemento: aplicación del enfoque meta-analítico consolidado (TEMAC)", se desarrolló una investigación de tipo exploratorio con un enfoque cualitativo. Las fuentes de recolección de información incluyeron libros, revistas especializadas, artículos científicos y periódicos. Los resultados de esta revisión literaria mostraron una marcada tendencia investigativa hacia los gemelos digitales, destacando la necesidad de homogenizar los conceptos y sus alcances, así como la importancia de la cadena de suministro en contextos empresariales e industriales, especialmente afectados por la pandemia del COVID-19. La conclusión indica la relevancia de los gemelos digitales en la optimización de las cadenas de suministro, un aspecto crucial durante la crisis sanitaria global.

El estudio titulado "Gemelos Digitales en la Industria" realizado por Tóala, Maldonado, Tóala y Álava, (2022), llevado a cabo en la Universidad Tecnológica Equinoccial y la Universidad Estatal del Sur de Manabí, exploró la aplicación de gemelos digitales en la industria. Basado en un diseño bibliográfico, los autores realizaron búsquedas en fuentes académicas reconocidas como Scopus, Dialnet y Base. Los resultados destacaron la facilidad de comprensión y las numerosas ventajas de esta tecnología, especialmente su capacidad para ejecutar pruebas virtuales y operaciones de desarrollo de manera rentable, reduciendo la necesidad de realizar estos procesos en el mundo real. Este enfoque es de gran atractivo para empresas de diversos sectores, pues permite optimizar la gestión y operación industrial en un entorno simulado.

La investigación titulada "Sistematización teórica de la Industria 4.0 en el área de logística", llevada a cabo por Medina y Toapanta, (2023), abordó el papel de las tecnologías de la Industria 4.0 en los procesos logísticos. Utilizando un enfoque histórico lógico con el modelo Kitchenham, apoyado en la herramienta Rayyan, el estudio destaca la relevancia de estas tecnologías en las áreas de recepción, almacenamiento, despacho y distribución de mercancías en las

empresas. Estas herramientas son fundamentales para optimizar la eficiencia de la cadena logística, lo que ha adquirido mayor relevancia en el contexto actual, dado que la pandemia ha subrayado la importancia de sistemas logísticos robustos y ágiles para enfrentar desafíos globales.

El estudio titulado "Gemelos digitales en la industria de procesos", realizado por Prada, Galán, Pitarch, Sarabia, Galán y Gutiérrez, (2022), involucró un análisis cuantitativo mediante el uso de software para simular procesos reales en la industria. Esta investigación se desarrolló en las universidades de Valladolid, Politécnica de Madrid, Politécnica de Valencia y Burgos. Los autores destacaron que, aunque los gemelos digitales son una realidad creciente y lo serán aún más en el futuro, actualmente se encuentran en la fase de expectativas sobredimensionadas del ciclo de Gartner. Esta fase implica que las proyecciones sobre la tecnología están influidas por un marketing que presenta una versión exagerada de lo que es posible técnica y económicamente en la actualidad. A pesar de esto, los gemelos digitales se perfilan como una herramienta clave para la industria de procesos, dado su potencial para mejorar la eficiencia y la precisión en la simulación y optimización de operaciones complejas.

El estudio titulado "Desarrollo de Gemelos Digitales para la simulación e integración de activos de fabricación en la industria 4.0", realizado por Orive, Lopez y Marga, (2021), de la Universidad Politécnica de Valencia, propuso una metodología para implementar gemelos digitales en el contexto de la Industria 4.0. Esta metodología busca integrar las capacidades de simulación y gestión de activos en la industria manufacturera, permitiendo optimizar procesos productivos. Los gemelos digitales son una herramienta crucial en la Industria 4.0, ya que facilitan la creación de representaciones virtuales exactas de sistemas físicos, lo que permite mejorar la eficiencia operativa, reducir costes y gestionar activos en tiempo real. El artículo subraya la relevancia de esta tecnología, destacando su impacto creciente en la modernización de la industria manufacturera y su capacidad para transformar los procesos de fabricación.

Todos estos antecedentes son de mucha importancia y ayuda, debido a que se enfocan en los conceptos básicos y la aplicación de lo que es la industria 4.0 en la aplicación de un gemelo digital, remarcando su importancia y los beneficios

que conlleva una buena aplicación, pero no solo eso, sino que también explican los errores concurrentes que tienen las industrias cuando hacen uso de estos sistemas tecnológicos los cuales van desde la falta de capacitación, hasta el fallo en la veracidad de los datos usados.

También remarcan la eficiencia del uso de un gemelo digital en las diferentes áreas de una industria, mostrando así su beneficio y cuáles son las ventajas que obtiene al resto de su competencia. Explican también la gran ayuda que tiene emplearla, puesto que se podría detectar o simular problemas que podrían ocurrir y así buscar una solución óptima antes de que ocurra, evitando la pérdida de recursos.

1.2 Bases Teóricas

1.2.1 Industria 4.0

1.2.1.1 Surgimiento

la Industria 4.0 marcó el comienzo de una nueva era en la fabricación, impulsada por la integración de tecnologías digitales avanzadas en los procesos industriales, este concepto nació a principios de la década de 2010 en Alemania, con el objetivo de transformar las fábricas tradicionales en "fábricas inteligentes", a diferencia de las revoluciones industriales anteriores, la Industria 4.0 se enfoca en la automatización, la interconexión de máquinas y la capacidad de tomar decisiones en tiempo real gracias a sistemas ciberfísicos, este enfoque permite una mayor flexibilidad, personalización y eficiencia en la producción, estableciendo un nuevo estándar para la competitividad y el desarrollo en el mundo industrial (Gálvez, Salgado, Méndez, Garzón, & Astudillo., 2021).

1.2.1.2 Actualidad

En esta nueva fase, los sensores, máquinas y sistemas informáticos se conectan a lo largo de la cadena de valor, extendiéndose más allá de las fronteras de las empresas, estos sistemas pueden comunicarse usando protocolos de Internet, analizar datos para predecir errores y adaptarse automáticamente a cambios, donde las tecnologías digitales permiten integrar el mundo físico (dispositivos, materiales, máquinas) con el mundo digital (sistemas), esta integración facilita la cooperación entre dispositivos y sistemas, creando una industria inteligente con producción descentralizada y adaptable en tiempo real, donde las fronteras entre personas y máquinas se desdibujan (Blanco, Fontrodona, & Poveda, 2017).

1.2.1.3 Sistemas Utilizados

La Industria 4.0 permitirá recolectar y analizar datos en todas las máquinas, optimizando la producción de bienes de mayor calidad a menor costo, y aumentando la productividad, esta transformación tendrá un impacto en la economía, fomentará el crecimiento industrial y alterará la fuerza laboral, redefiniendo la competitividad empresarial, los pilares de esta revolución incluyen sistemas de integración que conectan el mundo físico con el digital,

máquinas autónomas, manufactura aditiva, el Internet de las cosas (IoT), y el análisis de grandes datos (Big Data), además, la computación en la nube y la ciberseguridad juegan un rol crucial, facilitando el acceso a recursos compartidos y protegiendo la información sensible, por último, tecnologías como la realidad aumentada y la simulación ayudan a crear entornos virtuales para prever errores y mejorar los procesos productivos, optimizando el diseño y funcionamiento de las plantas industriales (Ríos-Ramírez, Pérez-Domínguez, & Pérez-Olguin, 2019).

1.2.2 Inteligencia Artificial

1.2.2.1 Definición

La inteligencia artificial (IA) se refiere a un campo de la ciencia y la ingeniería que busca entender y replicar, desde un enfoque computacional, el comportamiento inteligente. Esto incluye el desarrollo de sistemas capaces de emular habilidades humanas como el razonamiento, la resolución de problemas y el aprendizaje, la IA también estudia cómo las máquinas pueden interactuar con su entorno mediante sensores y procesamiento de información, además, áreas como la robótica, que implica la creación de máquinas capaces de manipular objetos e interactuar inteligentemente, se consideran parte de este amplio campo (Díez, Gómez, & Martínez., 2001).

1.2.2.2 Surgimiento

El surgimiento comenzó con la idea de crear máquinas capaces de realizar tareas que tradicionalmente requerían inteligencia humana, como aprender, razonar y resolver problemas. En sus primeras etapas, la IA se enfocó en el desarrollo de algoritmos que podían imitar ciertos procesos cognitivos básicos. A medida que avanzó la tecnología, el crecimiento del poder computacional y el acceso a grandes cantidades de datos permitieron que la IA evolucionara rápidamente, pasando de simples programas lógicos a sistemas más complejos que podían aprender de forma autónoma. Hoy en día, la IA es fundamental en áreas como la automatización, el reconocimiento de patrones y el análisis predictivo, transformando industrias enteras y la manera en que interactuamos con la tecnología (Montes, 2024).

1.2.2.3 Utilidad

La inteligencia artificial (IA) juega un papel crucial en la Industria 4.0, especialmente cuando se combina con la robótica industrial y el análisis de grandes volúmenes de datos (Big Data). El uso de técnicas de IA, como el aprendizaje automático, permite generar nueva información a partir de los datos generados en las fábricas. Esto tiene el potencial de aumentar la eficiencia en la producción, optimizando tareas de operación y mantenimiento, y contribuyendo significativamente a la transformación de los procesos industriales (Romero & José, 2018).

1.2.3 Big Data

1.2.3.1 Definición

Big Data se describe el manejo de grandes volúmenes de datos que no pueden ser procesados con herramientas tradicionales debido a su tamaño, complejidad y velocidad de generación. Estos datos, a menudo desestructurados y provenientes de diversas fuentes, requieren tecnologías avanzadas para su almacenamiento, gestión y análisis. La esencia de Big Data radica en su capacidad para convertir enormes conjuntos de información en conocimiento útil, a través de la identificación de patrones y tendencias que serían invisibles a menor escala. Además, se caracteriza por sus cinco dimensiones: volumen, variedad, velocidad, veracidad y valor, que reflejan tanto la magnitud como la calidad de los datos gestionados (Victor, 2022).

1.2.3.2 Surgimiento

El surgimiento de Big Data se dio como respuesta a la creciente cantidad de información generada en la era digital, cuando las empresas y organizaciones comenzaron a acumular volúmenes masivos de datos provenientes de diversas fuentes como redes sociales, transacciones en línea, dispositivos móviles y sensores, inicialmente, los sistemas tradicionales no eran capaces de procesar y analizar esta cantidad de datos de manera eficiente, esto llevó al desarrollo de nuevas tecnologías y herramientas diseñadas para manejar y analizar estos grandes conjuntos de datos, a medida que las capacidades tecnológicas

avanzaron, Big Data se consolidó como una herramienta clave para extraer valor e información útil, permitiendo a las organizaciones tomar decisiones más precisas, identificar tendencias y mejorar sus operaciones de manera significativa (Schönberger, Cukier, & Jurado, 2016).

1.2.3.3 Utilidad

La utilidad de Big Data radica en su capacidad para transformar enormes volúmenes de información en conocimiento valioso, lo que permite a las empresas y organizaciones tomar decisiones más informadas y precisas. A través del análisis de datos desestructurados provenientes de diversas fuentes, Big Data ayuda a identificar patrones, tendencias y comportamientos que de otro modo serían invisibles. Esto es crucial para optimizar operaciones, personalizar servicios, mejorar la eficiencia y predecir futuros escenarios en sectores como la salud, finanzas, marketing y logística. Además, Big Data permite innovar y crear nuevas oportunidades de negocio al proporcionar insights detallados que impulsan la competitividad y el crecimiento (Fandiño, 2023).

1.2.4 Automatización Colaborativa

1.2.4.1 Surgimiento

El inicio de la implementación de la automatización colaborativa marcó un punto de inflexión en la industria, cuando las empresas comenzaron a explorar nuevas formas de integrar robots y humanos en el mismo espacio de trabajo. A medida que los avances en robótica hicieron posible el desarrollo de cobots, su adopción inicial se centró en tareas sencillas que requerían asistencia repetitiva, como el ensamblaje y el manejo de materiales. Al principio, las industrias se mostraron cautelosas ante la idea de permitir que los robots trabajaran junto a los humanos sin barreras de seguridad, pero con mejoras en la tecnología de sensores y sistemas de control, los cobots demostraron ser seguros y eficaces. Esta implementación temprana permitió que las empresas optimizaran la producción, mejoraran la precisión en tareas específicas y redujeran la carga de trabajo físico para los empleados, allanando el camino para una colaboración más fluida entre humanos y máquinas (Azuela & Cortés, 2021).

1.2.4.2 Utilidad

Los sistemas automatizados son aquellos en los que las tareas de producción, que normalmente son realizadas por operadores humanos, se delegan a componentes tecnológicos. Estos sistemas se componen de dos partes principales: la parte operativa y la parte de mando. La parte operativa es responsable de actuar directamente sobre la máquina, activando los mecanismos que permiten que esta se mueva y ejecute las operaciones requeridas. Por otro lado, la parte de mando, generalmente controlada por un autómatas programable, dirige y coordina las acciones del sistema mediante tecnología programable (Vásquez & Alegría, 2019).

En el entorno competitivo y cambiante actual, las empresas deben optimizar sus operaciones y mantenerse actualizadas. En este contexto, la Automatización Robótica de Procesos (RPA) se presenta como una tecnología clave para transformar áreas como la logística y la gestión de la cadena de suministro. Estas áreas suelen involucrar tareas repetitivas, como gestionar inventarios y verificar facturas, que consumen tiempo y son propensas a errores. La RPA ofrece una solución para automatizar estos procesos, permitiendo que los empleados se enfoquen en tareas de mayor valor estratégico (Avila & Bernedo, 2024).

1.2.5 Gemelo Digital

1.2.5.1 Definición

Un gemelo digital es un modelo virtual que replica un sistema real de producción mediante simulación a gran escala, utilizando modelos físicos, datos de sensores y registros históricos para crear un "espejo" del entorno físico. Este concepto, clave en la Industria 4.0, permite a las empresas optimizar la toma de decisiones al predecir y simular el comportamiento de sus procesos productivos en tiempo real. Los gemelos digitales integran datos de ingeniería, operación y comportamiento, convirtiéndose en una herramienta esencial para mejorar la eficiencia y precisión en la gestión industrial, permitiendo anticipar problemas y gestionar los recursos de manera óptima (Germán, José, Esteban, Luis, & Juan., 2019).

1.2.5.2 Impacto de implementación

Al inicio de su implementación, el impacto de los gemelos digitales en las industrias fue transformador pero gradual. Las empresas que comenzaron a utilizar esta tecnología descubrieron rápidamente su capacidad para mejorar la precisión en el diseño y la producción, al permitir la simulación de productos y procesos antes de su construcción física. Esto resultó en una reducción significativa de errores y fallos, lo que disminuyó los costos de fabricación y mantenimiento. Sin embargo, en las primeras etapas, muchas industrias enfrentaron desafíos en la integración de esta tecnología, como la adaptación de sus infraestructuras y la capacitación del personal. A pesar de estos obstáculos iniciales, los beneficios a largo plazo, como la optimización de recursos y la toma de decisiones más informadas, hicieron que el gemelo digital se consolidara como una herramienta clave en la modernización industrial (Schulkin, 2022).

1.2.5.3 Uso en la actualidad

Actualmente, Los gemelos digitales permiten a los fabricantes simular y optimizar el ciclo de vida de productos antes de su construcción mediante modelos virtuales, con esta tecnología, se pueden prever disfunciones y ajustar el diseño, producción y uso del producto antes de lanzarlo al mercado, al detectar una anomalía, el gemelo digital activa su contraparte virtual, gestionando el proceso sin interrupciones, además, facilita la actualización de líneas de producción sin revisar todo el sistema, ya que se adapta continuamente, similar a un GPS, los gemelos digitales ajustan sus simulaciones en tiempo real, mejorando operaciones y optimizando el rendimiento industrial (Joyanes, 2017).

1.3 Marco Metodológico

1.3.1 Modalidad Básica de la Investigación

La investigación titulada "La Industria 4.0 y su aplicación en la Cadena de Suministro Gemela" se desarrollará bajo un enfoque cualitativo-descriptivo, en el cual se buscará entender y analizar los efectos y las prácticas de implementación de tecnologías avanzadas en la gestión de la cadena de suministro. Esta modalidad permitirá explorar, desde una perspectiva detallada, cómo los principios y herramientas de la Industria 4.0 – como el gemelo digital, el Internet de las Cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA) y el big data – están siendo aplicados para optimizar y transformar las cadenas de suministro tradicionales.

El diseño de la investigación será no experimental y de tipo transversal, ya que no se realizará manipulación de variables y se observarán los fenómenos tal y como ocurren en el momento actual. A través del análisis documental y la revisión de estudios de caso, la investigación buscará describir los conceptos y metodologías asociados con la Cadena de Suministro Gemela, identificando tanto sus ventajas como los desafíos que presenta, en especial en cuanto a la capacitación del personal y la calidad de los datos.

El trabajo se fundamentará en fuentes secundarias, recopilando información de artículos científicos, informes técnicos, documentos empresariales y publicaciones académicas que presenten ejemplos prácticos y estudios de implementación en empresas de diversos sectores. Además, se realizará un análisis detallado de experiencias documentadas en la literatura para identificar los factores clave que facilitan o limitan la aplicación efectiva de la Industria 4.0 en las cadenas de suministro.

Este enfoque permitirá que la investigación cumpla con su objetivo de proporcionar un marco comprensivo para organizaciones interesadas en adoptar estas innovaciones, ofreciendo un análisis detallado de cómo la integración de tecnologías digitales puede mejorar la eficiencia, la adaptabilidad y la resiliencia en las operaciones logísticas.

1.3.2 Enfoque

El enfoque de esta investigación será cualitativo y descriptivo, centrado en la exploración profunda de conceptos y prácticas relacionadas con la Industria 4.0 y su aplicación en la Cadena de Suministro Gemela, utilizando información recopilada de la base de datos Google Académico, es una fuente confiable y robusta de artículos académicos, informes y estudios de caso revisados por pares, lo que permite acceder a una amplia gama de investigaciones actualizadas y relevantes en el ámbito de la transformación digital y la gestión de la cadena de suministro.

Al emplear un enfoque cualitativo y descriptivo, se buscará interpretar y analizar los hallazgos de estudios previos en lugar de cuantificar los datos. Este método permitirá comprender las diversas aplicaciones de tecnologías avanzadas de la Industria 4.0 como el gemelo digital, el Internet de las Cosas (IoT), y la inteligencia artificial en diferentes industrias.

El análisis de los artículos seleccionados en Google Académico proporcionará una base sólida para identificar patrones, ventajas y desafíos en la implementación de la Cadena de Suministro Gemela, explorando factores como la precisión de los datos y la capacitación de los empleados. Al contar con una fuente de información fiable y extensa, se espera obtener una comprensión detallada de cómo estas tecnologías están transformando las operaciones logísticas y de suministro, proporcionando una visión integral y aplicable a empresas interesadas en adoptar estas innovaciones.

1.3.3 Nivel de investigación

El nivel de investigación de este proyecto de investigación es descriptivo, orientado a detallar y caracterizar la aplicación de la Industria 4.0 en el contexto de la Cadena de Suministro Gemela. Mediante un enfoque descriptivo, la investigación se centrará en documentar cómo las tecnologías de la Industria 4.0, como el Internet de las Cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA), y los gemelos digitales, son aplicadas en diversas empresas y sectores industriales para optimizar las operaciones de sus cadenas de suministro.

Este nivel de investigación busca proporcionar una imagen clara y precisa de los componentes, procesos y herramientas que intervienen en una Cadena de Suministro Gemela, así como de los factores clave que influyen en su efectividad, tales como la calidad de los datos y la capacitación de los empleados. Se recopilará y analizará información secundaria de artículos científicos, estudios de caso e informes documentados en fuentes especializadas como Google académico, lo que permitirá establecer un panorama integral de las prácticas actuales.

Este enfoque descriptivo permitirá obtener una visión detallada de los beneficios, desafíos y mejores prácticas observadas en la implementación de la Cadena de Suministro Gemela, contribuyendo así a un conocimiento aplicado que podrá ser útil para empresas e investigadores interesados en esta innovación tecnológica en el ámbito logístico.

1.3.4 Población de estudio

La población de estudio de esta investigación estará compuesta por artículos científicos, informes técnicos, documentos y publicaciones académicas que presenten ejemplos prácticos de la base Google académico, en donde se utilizarán palabras claves de búsqueda sobre la industria 4.0 y un gemelo digital, la cual pasara por varios filtros de búsqueda para así dar con información relevante referente al estudio, constatando el impacto, beneficios y problemáticas de las implementación de la industria 4.0 en la cadena de suministro gemela.

La población general de estudio parte de 13.900 documentos utilizando las palabras claves de búsqueda “industry 4.0 and digital twin”. Se utilizarán varios criterios de búsqueda en la base de Google académico y se mostrara la cantidad de documentos presentes para cada uno de ellos.

1.3.5 Tamaño de la muestra

Dado que esta investigación tiene una naturaleza cualitativa y descriptiva, y se fundamenta principalmente en el análisis documental, se empleará la metodología de Revisión Sistemática de Literatura (SLR). Esta metodología permitirá organizar y seleccionar de manera rigurosa los documentos y estudios

más relevantes, aplicando criterios específicos de inclusión y exclusión. Estos criterios ayudarán a filtrar los resultados para asegurar que la información obtenida sea precisa, pertinente y acorde a los objetivos planteados en la investigación, garantizando así la calidad y profundidad del análisis, los criterios de búsqueda serán los siguientes:

Palabras claves: Industria 4.0 y gemelos digitales (13.900 documentos encontrados)

Del 2020 a 2025 – (6.710 documentos encontrados)

Solo páginas en español – (6.160 documentos encontrados)

Artículos de revisión – (99 documentos encontrados)

Lectura completa – (25 documentos encontrados)

La muestra de documentos incluirá alrededor de 25 estudios relevantes que representen experiencias en distintos sectores, como manufactura, logística y retail, estos estudios y publicaciones serán seleccionados con base en criterios de actualidad, relevancia y profundidad de contenido, priorizando aquellos que ofrezcan descripciones detalladas de los desafíos y resultados de la implementación de tecnologías de la Industria 4.0.

La selección de documentos permitirá abarcar una amplia gama de perspectivas y resultados, asegurando que se recopile suficiente información para un análisis completo de los aspectos tecnológicos y operativos, así como de los factores de éxito y las barreras que pueden influir en la implementación de la Cadena de Suministro Gemela.

1.3.1 Técnicas de recolección de datos

Para esta investigación, que se basa en un enfoque cualitativo y descriptivo, las técnicas de recolección de datos estarán orientadas a obtener información detallada y contextualizada a través de fuentes secundarias, dado que no se utilizarán entrevistas ni expertos, las principales técnicas de recolección de datos serán las siguientes:

Revisión Bibliográfica: Esta técnica consistirá en la recopilación, análisis y síntesis de estudios previos, artículos académicos, libros especializados, informes de la industria y otras publicaciones relevantes sobre la Industria 4.0 y su aplicación en la Cadena de Suministro Gemela.e buscarán fuentes actuales (de los últimos 5 años) que aborden tanto el marco teórico como casos prácticos de implementación en diferentes sectores industriales. La revisión bibliográfica permitirá obtener una comprensión profunda de los conceptos clave, las tecnologías involucradas y los impactos que la digitalización tiene en la gestión de la cadena de suministro.

Análisis de Casos de Estudio: Se realizará un análisis descriptivo de casos de estudio documentados en los que empresas de diferentes sectores hayan implementado tecnologías de la Industria 4.0, particularmente el uso de gemelos digitales en sus cadenas de suministro. Estos casos de estudio proporcionarán ejemplos reales de cómo se han resuelto problemas específicos, cómo se han optimizado procesos logísticos y qué desafíos han enfrentado las empresas, como la capacitación del personal y la calidad de los datos. Este análisis permitirá identificar patrones, buenas prácticas y errores comunes que servirán para enriquecer la discusión teórica.

Análisis de Reportes y Documentos Corporativos: Se analizarán documentos técnicos, reportes anuales, informes de proyectos y presentaciones de empresas que hayan implementado soluciones basadas en la Industria 4.0 en sus cadenas de suministro. Estos documentos, disponibles públicamente o proporcionados por instituciones especializadas, brindarán datos específicos sobre el impacto de las tecnologías en los procesos logísticos, las métricas de eficiencia, las inversiones realizadas y los resultados obtenidos. A través de esta técnica, se podrá evaluar la efectividad de las estrategias adoptadas por las empresas y cómo se gestionaron aspectos como la capacitación y la precisión de los datos.

Análisis de Tendencias de Investigación y Proyectos Académicos: Además de los estudios de caso y la revisión bibliográfica, se explorarán proyectos de investigación y publicaciones académicas recientes sobre la Industria 4.0 y la Cadena de Suministro Gemela. Estas fuentes permitirán identificar tendencias

emergentes, innovaciones tecnológicas y nuevas metodologías que las empresas están comenzando a adoptar. El análisis de estas investigaciones proporcionará una visión anticipada de los desarrollos futuros en el campo de la cadena de suministro digitalizada.

Proceso de Recolección: La recolección de datos se llevará a cabo de manera sistemática, buscando primero información general sobre la Industria 4.0 y la Cadena de Suministro Gemela, y luego profundizando en casos específicos de implementación. Se utilizará la base de datos académica Google Académico.

1.3.2 Plan de recolección de datos

El plan de recolección de datos para esta investigación se diseñará para llevar a cabo una recopilación estructurada y exhaustiva de información secundaria, enfocada en la aplicación de la Industria 4.0 y la Cadena de Suministro Gemela, las fases de este plan es la siguiente:

Definición de Criterios de Selección de Fuentes

- **Relevancia y Actualidad:** Se seleccionarán documentos y publicaciones que hayan sido realizados en los últimos cinco años para asegurar la vigencia de los datos y tendencias tecnológicas.
- **Pertinencia Temática:** Las fuentes elegidas deberán abordar específicamente temas relacionados con la Industria 4.0, el gemelo digital, la cadena de suministro y los impactos de estas tecnologías en diferentes sectores industriales.
- **Calidad y Rigor Académico:** Se priorizarán artículos de revistas académicas reconocidas, estudios de caso de empresas documentados en informes de consultoras especializadas, y publicaciones de instituciones o asociaciones industriales relevantes en el campo.

Identificación de Fuentes y Recursos

- **Bases de Datos Académicas:** Se utilizará la base de datos Google Académico para obtener artículos científicos y estudios relevantes.
- **Libros y Revistas Especializadas:** Los textos de referencia y las revistas especializadas también serán considerados.

Recolección y Organización de la Información

- **Revisión Sistemática de Documentos:** Cada documento será revisado y clasificado en función de su relevancia y contenido específico. Se llevará un registro con resúmenes y notas de los puntos clave que cada fuente ofrece sobre la implementación de la Cadena de Suministro Gemela, incluyendo beneficios, desafíos, prácticas recomendadas y resultados observados en las empresas.
- **Codificación Temática:** Se empleará una codificación temática para organizar los datos recopilados en categorías como "Beneficios Tecnológicos", "Impacto en la Gestión Operativa", "Capacitación y Adaptación del Personal", y "Calidad de los Datos". Esta organización permitirá un análisis estructurado y facilitará la elaboración de conclusiones.

1.3.3 Procesamiento de la Información

Se realizará un análisis de los datos recopilados de diferentes estudios de caso, artículos académicos y documentos técnicos para identificar similitudes y diferencias en las aplicaciones prácticas de la Cadena de Suministro Gemela en distintos sectores. Este análisis permitirá reconocer los factores comunes de éxito y las barreras recurrentes, lo cual ayudará a desarrollar conclusiones basadas en evidencia.

Una vez analizados y comparados los datos, se procederá a interpretar los hallazgos en función del marco teórico de la Industria 4.0. En esta etapa se relacionarán los conceptos clave con los hallazgos obtenidos, desarrollando una narrativa coherente que explique cómo la Industria 4.0 y el gemelo digital están transformando la cadena de suministro y los factores que condicionan su éxito.

La información procesada se sintetizará en conclusiones prácticas que reflejen los aspectos más relevantes para la implementación de la Cadena de Suministro Gemela. Estas conclusiones se estructurarán para proporcionar una visión comprensiva y recomendaciones aplicables para organizaciones que deseen adoptar estas tecnologías.

2 Capítulo

En el marco de esta revisión bibliográfica, se analizarán diversos aspectos relacionados con la Industria 4.0 y su aplicación específica en el contexto de la cadena de suministro gemela, este análisis se centrará en varios temas clave, tales como los sectores industriales en los que esta tecnología ha sido implementada, las ventajas y beneficios derivados de su adopción, las posibles desventajas o desafíos que conlleva, así como las metodologías empleadas para su correcta integración y funcionamiento, con el propósito de facilitar una mejor organización y comprensión de los diferentes estudios y fuentes consultadas, se ha establecido un sistema de abreviaturas que identifica cada documento revisado mediante códigos que van desde A1 hasta A25, donde esta codificación permitirá una referencia más clara y precisa a lo largo del desarrollo del trabajo, optimizando así la presentación y análisis de la información recopilada.

Tabla 2.1

Clasificación y abreviación de Documentos Utilizados en la Investigación

	Tema	Autor/les	Año
A1	Aprendizaje activo basado en gemelos digitales para el control y la supervisión de procesos industriales en la Industria 4.0	Jessica S. Ortiz Evelin K. Quishpe Gracia X. Sailema Nathaly S. Guamán	2025
A2	Transformación de la gestión de la calidad de fabricación con gemelos cognitivos: un enfoque predictivo basado en datos para la optimización de la calidad en tiempo real	Asif Ullah Muhammad Younas Mohd Shahneel Saharudin	2025
A3	Un enfoque de gemelo digital basado en inteligencia artificial para la tasa de rechazo y la mejora de las propiedades mecánicas en una planta de fundición a la cera perdida	Javier Nieves David García Jorge Angulo-Pines Fernando Santos Pedro Rodríguez	2025

A4	Blockchain y gemelos digitales en la industria inteligente 4.0: el caso de uso de la cadena de suministro: una revisión de las técnicas y aplicaciones de integración	Christos Roumeliotis Minas Dasygenis Vasilis Lazaridis Michael Dossis	2024
A5	Un gemelo digital inmersivo aplicado a un sistema de ejecución de fabricación para la monitorización y control de procesos de la Industria 4.0	Gustavo Caiza Ricardo Sanz	2024
A6	Gemelo digital para sistemas de fabricación flexibles y optimización a través de la simulación: un estudio de caso	Adriana Florescu	2024
A7	Desarrollo de un gemelo digital y un marco de subprocesos digitales para un astillero de "Industria 4.0"	Toh Yen Pang Juan D. Peláez Restrepo Chi-Tsun Cheng Alim Yasin Hailey Lim Miro Miletic	2021
A8	Desarrollo de un gemelo digital impulsado por un modelo de aprendizaje profundo para el diagnóstico de fallos de actuadores electrohidrostáticos	Román R. Aguilar José- A. Marmolejo Utku Köse	2024
A9	Digitalización, gemelos digitales, blockchain e industria 4.0 como elementos del proceso de gestión en las empresas del sector energético	Piotr F. Borowski	2021
A10	Aprendizaje profundo por refuerzo y gemelo digital basado en simulación discreta para sistemas de producción ciberfísicos	Damián Krenczyk	2024

A11	El Impacto de la Aplicación de la Tecnología de Gemelos Digitales en la Cadena de Suministro 4.0: Una Revisión Sistemática	Luis J. Castillo Alexander S. Gordillo María A. Rengifo	2024
A12	Revisión de literatura sobre tolerancia a fallos y enfoques basados en microservicios para gemelos digitales	Andrés F. Hurtado Carlos M. Paredes	2024
A13	Impacto de la Industria 4.0 en los Sistemas mecatrónicos: una revisión de normativas Internacionales	Daniel E. Carrera Santiago E. Tibanquiza Pablo H. Taboada Lando S. Ocaña	2024
A14	Revisión de Literatura sobre Gestión de la Producción: Tendencias, Desafíos y Oportunidades para la Ingeniería Industrial	Germán Herrera Vidal Giovanna M. Salcedo Jairo Blanco Camacho Andy Daniel Cabarcas Néstor José Doria	2025
A15	Revisión Sistemática De Metodologías De Mantenimiento De Oleoductos Basadas En Industria 4.0	Nancy Fabiola López	2022
A16	Influencia de la Tecnología en la Industria Colombiana 4.0: Una revisión sistemática de literatura	Cristian Camilo Cuervo	2025
A17	El impacto de la industria 4.0 en la cadena de suministro: una revisión de literatura	Marco Alberto Valenzo Víctor Béjar-Tinoco Jaime Apolinar Martínez	2021

A18	Competencias STEM de mayor demanda para afrontar los retos de la Industria 4.0. Revisión bibliográfica para América Latina y Costa Rica	Jacqueline Flores Sylvia González	2024
A19	Aplicabilidad de la tecnología Blockchain para el Análisis de Ciclo de Vida: Un Estado del Arte	Tubón Núñez, Edith Berrocal, Miguel Ortega F. Francisco Martínez Huerta, Gemma	2024
A20	Automatización Robótica de Procesos y su Impacto en la Gestión de Compras y Cadena de Suministros: Revisión Sistemática	Avila Julio David Mecola Jesús	2024
A21	Tecnologías de la industria inteligente aplicadas a las técnicas de monitoreo de condición en equipos mineros: Una revisión sistemática	Luis Alfredo Rios Colque Jorge Armando Acevedo Fabián Antonio Orellana Daniel Ortiz Ávila	2025
A22	Revisión sistemática de la optimización de procesos industriales mediante la aplicación de realidad aumentada	Marjury Aracely Vallejo Pilataxi	2024
A23	Resiliencia en Cadenas de Suministro Agroindustriales: Una Revisión Sistemática de la Literatura	Natalia Parrado- León Juan Gaviria-Henao Alexander Garrido	2022
A24	Impacto de las tecnologías emergentes aplicadas a la gerencia de los procesos logísticos y redes de valor: Una revisión bibliográfica hacia la cadena farmacéutica	Diana Patricia Olaya Moncada	2024

A25	Tendencias en tecnologías convergentes en la industria 4.0: una revisión de literatura	Paula Andrea Rodríguez Camilo Andrés Alejandro Valencia Leidy Catalina Mauricio Echeverri	2024
------------	--	---	------

Nota: Esta tabla muestra los documentos revisados con su debida abreviatura para facilitar su comprensión

El horizonte de desarrollo y evolución de las industrias es sumamente amplio y dinámico, especialmente en el contexto actual donde la automatización industrial se ha convertido en un tema central para la competitividad y la eficiencia operativa, donde automatizar una industria o un proceso productivo implica abrir un abanico de oportunidades significativas, dado que la demanda de competencias tecnológicas y digitales es cada vez más amplia y diversa, sin embargo, es importante reconocer que la adopción y la implementación de estas tecnologías no siempre resultan sencillas en todos los sectores industriales, dentro de este marco, la Industria 4.0 ha impulsado conceptos innovadores como la cadena de suministro gemela, la cual permite una integración y sincronización avanzada de los procesos productivos y logísticos mediante el uso de tecnologías inteligentes y sistemas ciberfísicos.

Tabla 2.2

Sectores a los que aplica un gemelo digital en la industria 4.0

Documento	Sector / Industria
A1	Agroindustria / Educación industrial
A2	Manufactura flexible / Industria 4.0
A3	Metalurgia / Automotriz / Aeroespacial
A4	Manufactura inteligente
A5	Ingeniería aplicada
A6	Ingeniería mecánica / Automatización
A7	Sistemas inteligentes / IoT

A8	Modelado matemático / Ingeniería
A9	Energía / Renovables
A10	Ingeniería industrial / robótica
A11	Ingeniería industrial
A12	Ingeniería eléctrica
A13	Tecnologías digitales / Automatización
A14	Logística industrial
A15	Ingeniería industrial / agroindustria
A16	Ingeniería ambiental o industrial
A17	Agroindustria / Ingeniería regional
A18	Transporte / logística
A19	Ingeniería de procesos
A20	Ingeniería industrial
A21	Ingeniería agroalimentaria / ambiental
A22	Ingeniería civil o industrial
A23	Ingeniería industrial / gestión
A24	Ingeniería de sistemas / educación
A25	Ingeniería ambiental o civil

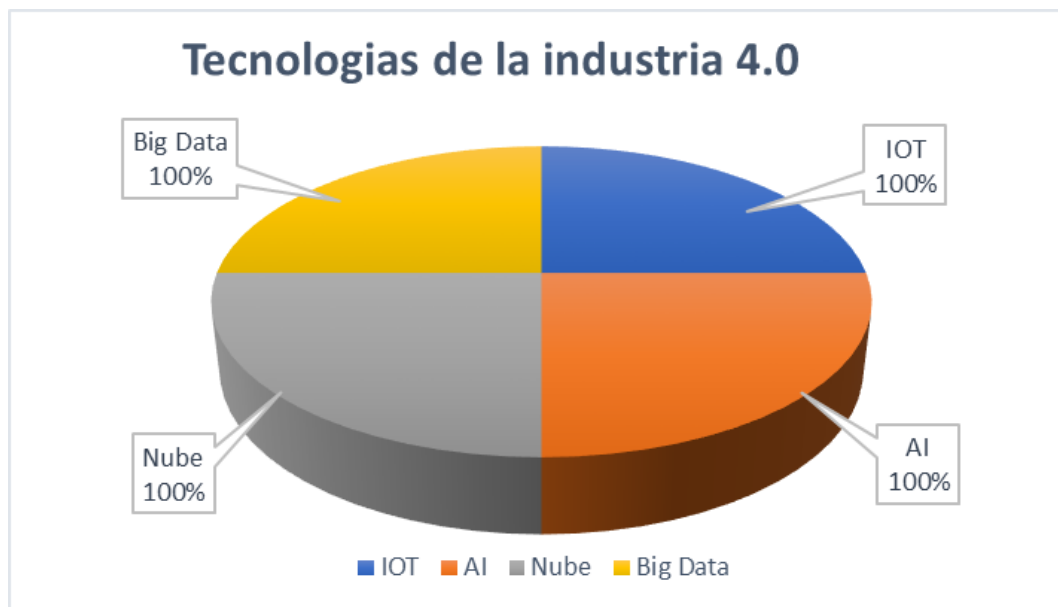
Nota: Esta tabla identifica los sectores industriales a los que aplica un gemelo digital referente a cada documento revisado

En la tabla adjunta (Tabla 2.2) se detallan los diferentes sectores industriales vinculados con la implementación de tecnologías asociadas a la cadena de suministro digital, Este análisis evidencia los sectores donde la adopción de tecnologías emergentes como los gemelos digitales y la automatización inteligente ha tenido un impacto significativo en la modernización, eficiencia y optimización de los procesos operativos, del lado derecho de la tabla se presenta la numeración correspondiente al orden de los documentos revisados, mientras que en el lado izquierdo se especifica el sector industrial al que está orientado cada estudio, facilitando así una comprensión estructurada y comparativa del alcance sectorial de estas innovaciones tecnológicas.

El concepto de Gemelo Digital (Digital Twin, DT) se fundamenta en la integración y aplicación de diversas tecnologías emergentes propias de la Industria 4.0, las cuales posibilitan su implementación eficaz en la gestión y optimización de la cadena de suministro, entre estas tecnologías destacan el Internet de las Cosas (IoT), la Inteligencia Artificial (IA), el análisis y procesamiento de grandes volúmenes de datos (Big Data) y las plataformas de computación en la nube (Cloud Computing), estas herramientas tecnológicas actúan como pilares fundamentales que facilitan la digitalización integral y el control en tiempo real de los diferentes procesos dentro de la cadena de suministro y gracias a ello, es posible no solo optimizar las operaciones existentes, sino también anticipar, diseñar y ejecutar acciones preventivas y correctivas que contribuyan a mejorar la eficiencia, la flexibilidad y la resiliencia de la cadena.

Figura 2.1

Tecnologías de la industria 4.0 que se utilizan en una cadena de suministro gemela



La figura adjunta (Figura 2.1) se presentan de manera detallada los sistemas y tecnologías específicas que han sido utilizados en las diversas prácticas y casos de estudio revisados, evidenciando así la aplicación concreta de estas herramientas en contextos reales y permitiendo un análisis comparativo sobre su efectividad y alcance dentro los procesos industriales basados en una cadena de suministro gemela.

La implementación de tecnologías avanzadas, el Internet de las Cosas (IoT), la Inteligencia Artificial (IA), Big Data y las plataformas de computación en la nube, en las cadenas de suministro genera una serie de beneficios significativos, los cuales contribuyen a una mejor coordinación e integración entre los sistemas físicos y digitales que intervienen en los procesos productivos y logísticos, esta unión tecnológica permite optimizar el funcionamiento de la cadena de suministro mediante la mejora continua de sus operaciones, además de facilitar una toma de decisiones rápida y precisa en tiempo real.

A modo de consecuencia, se observa un incremento notable en la eficiencia operativa, una mayor visibilidad y transparencia a lo largo de toda la cadena de suministro, así como una resiliencia fortalecida frente a posibles interrupciones o cambios en el entorno, donde estas ventajas son fundamentales para mantener la competitividad y adaptabilidad en los mercados que cada vez son más dinámicos y complejos.

Figura 2.2

Beneficios de la adopción de los gemelos digitales en los diferentes documentos

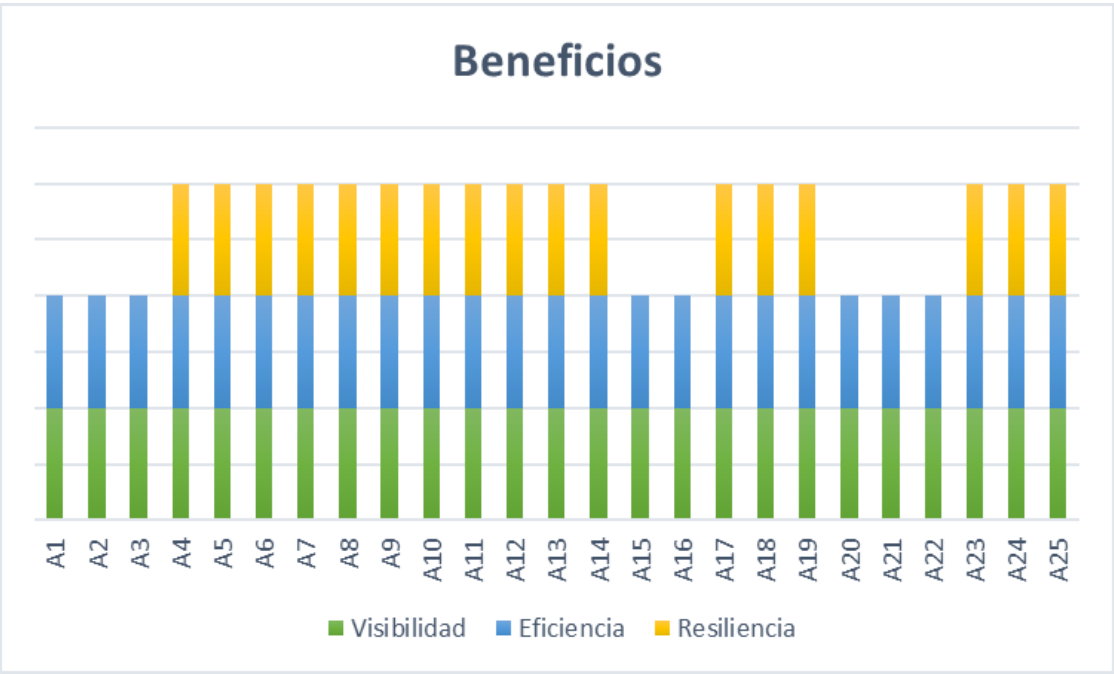
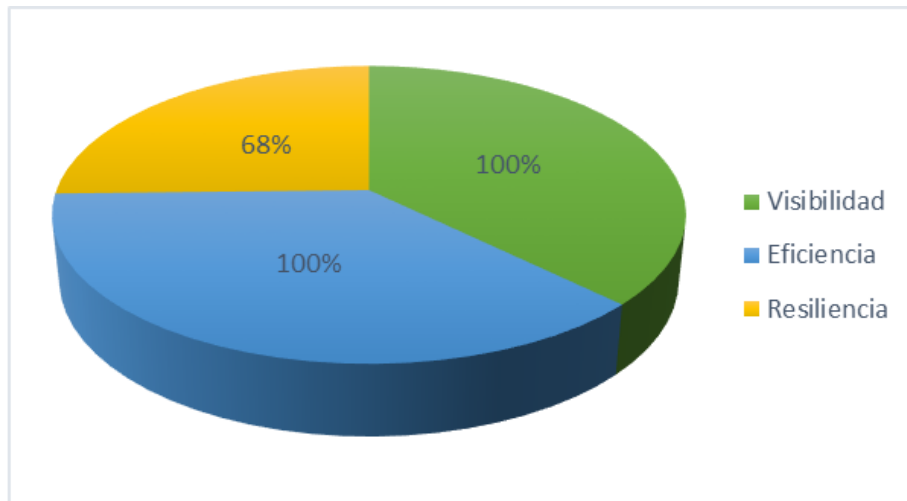


Figura 2.3

Visión general de beneficios encontrados



Los gráficos adjuntos sintetizan y clasifican los beneficios identificados en los diferentes artículos y fuentes revisados durante esta investigación, la primera figura (Figura 2.2) se observa de forma individual los beneficios que se encuentra en cada uno de los diferentes documentos, mostrando así que todos encuentran visibilidad y eficiencia dentro de los procesos de una cadena de suministro gemela, mientras que algunos no tienen una capacidad de respuesta frente a posibles problemas que este ocasione, en la segunda figura (Figura 2.3) se muestra de forma general los porcentajes que abarca cada beneficio, donde la visibilidad y eficiencia son atribuidos con el mayor porcentaje, mostrando así la presencia de estos beneficios en los documentos, representando así el 100% de cada uno, al contrario de la resiliencia el cual se identifica con el 68% mostrando deficiencia en la toma de decisiones frente a los problemas, estos diagramas proporcionan una visión clara y estructurada de las ventajas que estas tecnologías aportan a la gestión y optimización de las cadenas de suministro.

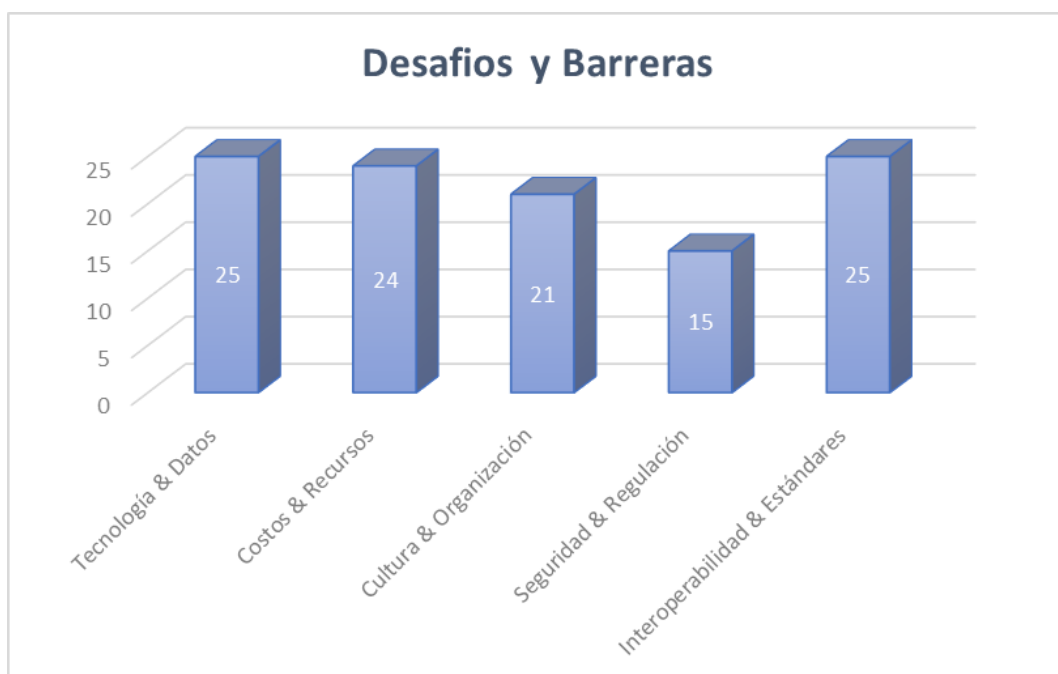
A pesar del creciente interés en la transformación digital de las cadenas de suministro, la mayoría de las industrias aún no han logrado una implementación efectiva y completa de gemelos digitales dentro de sus procesos logísticos y operacionales, esta brecha entre el potencial teórico de los gemelos digitales y su adopción práctica se debe principalmente a una serie de desafíos significativos que limitan su integración exitosa.

Entre los principales obstáculos se destacan las deficiencias en la gestión e integración de datos, aspecto fundamental para alimentar modelos digitales precisos y actualizados en tiempo real, puesto que muchas organizaciones carecen de la infraestructura tecnológica adecuada o de sistemas interoperables que permitan una conectividad fluida entre dispositivos físicos, plataformas digitales y actores de la cadena de suministro, además, los elevados costos iniciales asociados a la implementación de estas tecnologías tanto en términos de inversión económica como de recursos humanos especializados representan una barrera crítica, especialmente para pequeñas y medianas empresas.

Adicionalmente, existen otros requisitos técnicos y organizacionales que deben cumplirse para garantizar una implementación efectiva, como la capacitación del personal, el desarrollo de una cultura organizacional orientada a la innovación digital, y la existencia de marcos normativos y estándares que regulen el uso y la interoperabilidad de los gemelos digitales, en conjunto, estos factores explican por qué muchas industrias aún no están plenamente preparadas para integrar esta tecnología de forma sostenible y estratégica dentro de sus operaciones.

Figura 2.4

Desafíos y barreras encontrados en la implementación de los gemelos digitales



La presente figura (Figura 2.4) representa de manera sistemática las principales barreras, limitaciones y desafíos que enfrentan actualmente las industrias en su camino hacia la implementación efectiva de gemelos digitales dentro de sus cadenas de suministro, estas barreras no solo evidencian las deficiencias tecnológicas y estructurales que existen en diversos sectores, sino que también ponen de manifiesto la falta de integración, estandarización, capacitación y preparación organizacional necesarias para adoptar esta tecnología de forma sostenible y escalable, donde comprender estos obstáculos resulta fundamental para establecer estrategias que faciliten la transición hacia cadenas de suministro más inteligentes, conectadas y resilientes mediante el uso de gemelos digitales.

Conclusión

A lo largo de esta revisión bibliográfica, ha quedado evidenciado que la industria 4.0 ha surgido como una propuesta transformadora para la gestión de las cadenas de suministros, particularmente mediante la implementación de gemelos digitales, donde esta integración se refleja en una amplia diversidad de sectores industriales, la cual va desde la manufactura y la logística hasta la agricultura y energía, demostrando así su flexibilidad y capacidad para adaptarse a distintos entornos operativos.

Las tecnologías claves que impulsan esta transformación como lo son la Big Data, el internet de las cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA) y la computación en la nube, actúan de forma sinérgica para habilitar una toma de decisiones más ágil, precisa y basadas en datos, donde gracias a ello, se identifican beneficios significativos, tales como una mayor visibilidad sobre los procesos, mejoras importantes en la eficiencia operativa y una mayor resiliencia frente a las inoportunidades del entorno, fortaleciendo así la competitividad de las organizaciones

Asimismo, se han identificado barreras críticas que dificultan su adopción a gran escala, entre ellas destacan los desafíos técnicos en la integración de tecnologías y gestión de datos, los altos costos de implementación, la resistencia organizacional al cambio, los riesgos en ciberseguridad, y la falta de estándares e interoperabilidad, estos obstáculos requieren ser abordados mediante estrategias coordinadas entre empresas, gobiernos y centros de investigación, con el fin de establecer marcos regulatorios, fomentar la inversión en infraestructura digital y promover una cultura de innovación tecnológica.

Para finalizar, esta investigación confirma que la Industria 4.0 y los gemelos digitales representan una evolución inevitable y necesaria para las cadenas de suministro modernas, ofreciendo un potencial transformador, pero que exige una implementación estratégica, sostenida y consciente de sus limitaciones actuales.

Recomendaciones

- Fomentar una adopción estratégica de las tecnologías emergentes para maximizar los efectos y beneficios importantes de la industria 4.0, se recomienda que las organizaciones se acojan a un enfoque creciente y bien planificado priorizando el internet de las cosas (IoT), Big Data, Inteligencia Artificial (IA) y la nube, alineando sus capacidades actuales y necesidades específicas en la cadena de suministro.
- Mejorar la capacidad tecnológica en áreas claves como inventarios, logística y producción, en base a los impactos detectados, se sugiera invertir en soluciones específicas para cada área, sensores IoT para gestión de inventarios en tiempo real, algoritmos de IA para optimizar rutas logísticas, y sistemas basados en Big Data para mejorar la planificación de la producción.
- Establecer indicadores claros de desempeño para evaluar la efectividad de cada tecnología, definiendo métricas de evaluación desde el inicio de la implementación, como reducción de tiempos de entrega, precisión en la demanda, niveles de inventario óptimos, con el fin de monitorear el impacto de las tecnologías y facilitar decisiones.
- Adaptarse abiertamente al cambio tecnológico, por ello es clave implementar programas de capacitación, comunicación y liderazgo que faciliten la transición digital y reduzcan la resistencia al cambio.
- Tomar como referencia casos exitosos y lecciones aprendidas de fracasos, comparando distintas estrategias de implementación en los diferentes sectores, se recomienda seguir modelos adaptativos donde se ha logrado una transformación efectiva y evitando errores comunes como la falta de alineación entre tecnología y estrategia empresarial.
- Acoger principios de interoperabilidad y estandarización desde el diseño del sistema, para evitar problemas de integración y facilitar el crecimiento de soluciones, es óptimo que las nuevas tecnologías estén alineadas con normas internacionales y plataformas abiertas, garantizando la compatibilidad futura entre sistemas.
- Incorporar evaluaciones de riesgo y planes de contingencia en cada fase de implementación, dado que los costos y la seguridad son barreras recurrentes,

incluir análisis de costo y beneficios, auditorías tecnológicas y protocolos de ciberseguridad como parte integral del proceso de adaptación tecnológica.

- Seguir tendencias globales e investigaciones actuales para orientar la toma de decisiones, donde las empresas y encargados de la cadena de suministro mantengan un monitoreo constante de nuevas publicaciones, avances tecnológicos y recomendaciones para mantener sus sistemas y personal actualizados y competitivos.

Bibliografía

- Alvarez Vásquez, O., & Arroyo Morocho, F. (2021). *Análisis de la Industria 4.0 como factor diferenciador del Sector Industrial del Ecuador*. Retrieved from <https://www.ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/533/674>
- Avila, J. D., & Bernedo, J. C. (2024). *Automatización Robótica de Procesos y su Impacto en la Gestión de Compras y Cadena de Suministros: Revisión Sistemática*. Retrieved from <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/RINGIND/article/view/6045/6160>
- Ayala, P. (2020). *Gemelos Digitales, el camino hacia la eficiencia industrial*. Retrieved from <https://www.mapfreglobalrisks.com/gerencia-riesgos-seguros/articulos/gemelos-digitales-el-camino-hacia-la-eficiencia-industrial/>
- Azuela, J. H., & Cortés, F. R. (2021). *Inteligencia artificial aplicada a Robótica y Automatización*. Retrieved from https://www.google.com.ec/books/edition/Inteligencia_artificial_aplicada_a_Rob%C3%B3tica/GE1OEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1
- Barrero, Moreno, & Melo. (2023). *Revisión Bibliométrica sobre Simulación de Gemelos Digitales en la Cadena de Suministro de Cemento: aplicación del enfoque meta-analítico consolidado (TEMAC)*. Retrieved from <https://www.proquest.com/openview/ec5f9a5376c86b792220b29f6282e191/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1006393>
- Blanco, R., Fontrodona, J., & Poveda, C. (2017). *La industria 4.0: El estado de la cuestión*. Retrieved from <https://www.mintur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/406/BLANCO,%20FONTRODONA%20Y%20POVEDA.pdf>
- Castillo Rabanal, L., Huamanchumo Gordillo, A. S., & Lecca Rengifo, M. A. (2024). *El Impacto de la Aplicación de la Tecnología de Gemelos Digitales*

en la Cadena de Suministro 4.0: Una Revisión Sistemática. Unutri.
Retrieved from
<https://www.recimundo.com/index.php/es/article/view/953/1572>

Díez, R. P., Gómez, A. G., & Martínez., N. d. (2001). *Introducción a la inteligencia artificial: sistemas expertos, redes neuronales artificiales y computación evolutiva.* Retrieved from
https://www.google.com.ec/books/edition/Introducci%C3%B3n_a_la_inteligencia_artifici/RKqLMCw3IUkC?hl=es-419&gbpv=1&dq=definicion+inteligencia+artificial&printsec=frontcover

Fandiño, V. M. (2023). *Sistemas de Big Data.* Retrieved from
https://www.google.com.ec/books/edition/Sistemas_de_Big_Data/1uPGEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1

Gálvez, L. V., Salgado, J. Q., Méndez, V. M., Garzón, J. C., & Astudillo., A. L. (2021). *Industria 4.0 – Gestión del conocimiento.* Retrieved from
https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/87015/3/viafara_gestion_conocimiento_2021.pdf

Germán, G. R., José, G. C., Esteban, J., Luis, C. R., & Juan., M. P. (2019). *Diseño de un gemelo digital para el gestor de operaciones de una lavandería industrial.* Retrieved from
https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/23781/2019_Gonzalez-Rodriguez_Disenogemelo-digital-gestor-operaciones-lavanderia.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Joyanes, L. (2017). *Industria 4.0 La cuarta revolución industrial.* Retrieved from
https://www.google.com.ec/books/edition/Industria_4_0/QyN1EAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1

Kearney, W. E. (2018). *Readiness for the Future of Production Report 2018.*

MAPFRE Global Risks. (2020). *Gemelos Digitales, el camino hacia la eficiencia industrial.* Retrieved from <https://www.mapfreglobalrisks.com/gerencia-riesgos-seguros/articulos/gemelos-digitales-el-camino-hacia-la-eficiencia-industrial/>

- Medina, & Toapanta. (2023). *Sistematización teórica de la Industria 4.0 en el área de logística*. Retrieved from <https://www.proquest.com/docview/3084626365/E980A475748B48CAPQ/2?sourcetype=Scholarly%20Journals>
- Montecinos, E. (2021). *Cuarta revolución industrial y la administración pública en América Latina*. Retrieved from <https://www.redalyc.org/journal/290/29066223002/29066223002.pdf>
- Montes, Á. (2024). *Inteligencia artificial: la revolución que cambiará todo*. Retrieved from https://www.google.com.ec/books/edition/Inteligencia_artificial_la_revoluci%C3%B3n_q/EEoQEQAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1
- Orive, Lopez, & Marga. (2021). *Desarrollo de Gemelos Digitales para la simulación e integración de activos de fabricación en la Industria 4.0*. Retrieved from https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/28370/2021_Orive_Dario_Desarrollo_de_gemelos_digitales_para_la_simulacion_e_integracion_de_activos_de_fabricacion.pdf
- Prada, Galán, Pitarch, Sarabia, Galán, & Gutiérrez. (2022). *Gemelos digitales en la industria de procesos*. doi:<https://doi.org/10.4995/riai.2022.16901>
- Ríos-Ramírez, L. C., Pérez-Domínguez, L., & Pérez-Olguin, I. J. (2019). *Tendencias actuales de la industria 4.0*. Retrieved from <https://revistas.ufps.edu.co/index.php/RC/article/view/2982/5689>
- Rodríguez-Alegre, L., Trujillo-Valdiviezo, G., Egusquiza-Rodríguez, M., & López-Padilla, R. (2021). *Revolución industrial 4.0: La brecha digital*. Retrieved from <https://www.redalyc.org/journal/5768/576868768011/576868768011.pdf>
- Romero, Ó., & José, C. (2018). *Inteligencia artificial en ingeniería: pasado, presente y futuro*. Retrieved from file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/350_Pers_8639_Inteligencia%20artificial.pdf

- Schönberger, V. M., Cukier, K., & Jurado, A. J. (2016). *Big data La revolución de los datos masivos*. Retrieved from https://www.google.com.ec/books/edition/Big_data/KEZi9Bgjm-kC?hl=es-419&gbpv=1
- Schulkin, J. (2022). *Vuelta por el Metaverso*. Retrieved from https://www.google.com.ec/books/edition/Vuelta_por_el_Metaverso/DgWeEAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1
- Schwab, W. E. (2019). *The Global Competitiveness Report 2019*.
- Toala, Maldonado, Toala, & Álava. (2022). *GEMELOS DIGITALES EN LA INDUSTRIA*. Retrieved from <https://www.editorialalema.org/index.php/pentaciencias/article/view/29/77>
- UNE. (2018, Diciembre 11). *Modelo de Incubación*. Retrieved from UNE Enrique Guzmán y Valle: <http://www.une.edu.pe/incubaune/modelo-de-incubacion.html>
- Varas Chiquito, M., García Plua, J., Bustamante Chong, M., & Bustamante Chong, C. (2020). *Gemelos digitales y su evolución en la industria*. Saberes del Conocimiento. Retrieved from <https://www.recimundo.com/index.php/es/article/view/953/1572>
- Vásquez, M. O., & Alegría, J. R. (2019). *Implementación de un sistema automatizado para máquinas industriales: una revisión sistemática*. Retrieved from <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/27273/Ortiz%20V%c3%a1squez%2c%20Manuel-Verastegui%20Alegr%c3%ada%2c%20Josu%c3%a9%20Roque.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Victor, C. F. (2022). *Análisis de la Realidad Aumentada y el Big Data como herramientas tecnológicas aplicadas a la hostelería en un contexto Covid-19*. Retrieved from <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Dialnet-AnalisisDeLaRealidadAumentadaYElBigDataComoHerrami-973120.pdf>

