

GESTIÓN DE OPERACIONES INDUSTRIALES



Esta obra está publicada bajo una [Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
TRUJILLO

FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
TRUJILLO, PERÚ
Julio, 2023

IMPACT OF AUTONOMOUS MACHINES IN THE SUPPLY CHAIN: A SYSTEMATIC REVIEW BY SECTORS AND TYPES

Verónica María López Zavaleta^{1*}; Jambri Efraín Salinas Santiago¹; Willy Francisco García Gutiérrez¹; Abraham Benjamín Ordoñez Reyes¹; García Charcape Angeloo Paul¹

1 Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Trujillo. Av. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria, Trujillo, Perú.

*Autor correspondiente: t533300120@unitru.edu.pe (V. López).

ABSTRACT

This study examines the impact of autonomous machines on the supply chain. Technologies such as autonomous vehicles, robots, and artificial intelligence have transformed the management of activities in this field. The objective is to improve efficiency, reduce costs, accelerate delivery times, and meet customer needs. The systematic review used the PRISMA methodology and relevant literature was found in various databases. Benefits, challenges, implementations, and sectors where this technology is used were investigated. It was found that autonomous machines, such as autonomous vehicles and robots, are becoming increasingly relevant in the supply chain. They improve sustainability, road safety, streamline tasks, and enhance efficiency in different sectors. Benefits include increased efficiency, cost reduction, enhanced safety, precision, quality, and faster delivery times. The findings conclude that autonomous machines improve the supply chain, but the high costs and challenges must be carefully considered to harness their benefits.

Keywords: Supply Chain, Autonomous Machines

IMPACTO DE LAS MÁQUINAS AUTÓNOMAS EN LA CADENA DE SUMINISTRO: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA POR SECTORES Y TIPOS

RESUMEN

Este estudio examina el impacto de las máquinas autónomas en la cadena de suministro. Tecnologías como vehículos autónomos, robots e inteligencia artificial han transformado la gestión de actividades en este campo. El objetivo es mejorar la eficiencia, reducir costos, satisfacer las necesidades de los clientes y acelerar los tiempos de entrega. La revisión sistemática utilizó la metodología PRISMA y se encontró literatura relevante en diversas bases de datos. Se investigaron beneficios, desafíos, implementaciones y sectores donde se utiliza esta tecnología. Se descubrió que las máquinas autónomas, como vehículos autónomos y robots, son cada vez más relevantes en la cadena de suministro. Mejoran la sostenibilidad y la seguridad vial, agilizan tareas y mejoran la eficiencia en diferentes sectores. Los beneficios incluyen mayor eficiencia, reducción de costos, mayor seguridad, precisión y calidad, y tiempos de entrega más rápidos. Los sectores de transporte, agricultura e industria alimentaria son los más impactados. Las conclusiones fueron que las máquinas autónomas mejoran la cadena de suministro, pero los altos costos y desafíos deben considerarse cuidadosamente para aprovechar sus beneficios.

Palabras clave: Cadena de Suministro, Máquinas autónomas.

1. Introducción

Actualmente, la administración que se le hace a la cadena de suministro ha hecho experimentar una transformación significativa impulsada por avances tecnológicos como la implementación de máquinas autónomas. Estas tecnologías, como los vehículos autónomos, los robots, la inteligencia autónoma y los drones, han revolucionado la forma en que se coordinan y gestionan las actividades en el proceso de la cadena de suministro.

La cadena de suministro posee una serie de procesos esenciales, como planificar la demanda y gestionar los inventarios, con el fin de optimizar la eficiencia, reducir los costos, mejorar el tiempo de entrega y poder satisfacer las necesidades que tienen los clientes. Cada eslabón en la cadena de suministro es necesario para alcanzar el mercado objetivo con los estándares y parámetros establecidos [13]. La cadena de suministro demuestra un impacto significativo en la satisfacción de los clientes [17].

Las máquinas autónomas, como los vehículos autónomos, han ganado importancia en la cadena de suministro. Estos vehículos son capaces de desplazarse sin intervención humana directa, utilizando sensores, cámaras y sistemas de navegación para detectar y responder a su entorno [3]. Su implementación ha mejorado la sostenibilidad al poder reducir las emisiones de CO₂ y con esto aumentar la seguridad vial al disminuir los accidentes causados por los errores que cometen los humanos [18].

Por otro lado, los robots también han llegado a ejercer un papel crucial en la gestión de la cadena de suministro. Estas máquinas programables pueden realizar acciones automáticamente y se utilizan en diversos fines, como servicios de entrega, transporte y logística [13]. Su uso ha permitido agilizar tareas y mejorar la eficiencia operativa en diferentes sectores industriales [20].

En línea con estos conceptos, se observó un creciente interés en los beneficios y las implicaciones que pueden traer las máquinas autónomas en la cadena de suministro.

Se ha demostrado que las máquinas autónomas brindan una mayor eficiencia, agilidad y flexibilidad en las operaciones gracias a que la IA promueve la descentralización de actividades, donde cada robot móvil autónomo puede tomar decisiones y actuar independientemente, sin depender de una entidad centralizada [7].

En esta revisión sistemática, se explorarán los beneficios, desafíos y tipos de implementación de estas máquinas autónomas en la cadena de suministro. Se analizarán estudios y casos prácticos para ilustrar cómo estas tecnologías están transformando la gestión de los flujos de productos en diversos sectores industriales, brindando oportunidades para mejorar la eficiencia y satisfacer las demandas cambiantes del mercado.

2. Metodología

El presente estudio sistemático fue realizado siguiendo las directrices establecidas por la Metodología PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) [10], para garantizar una selección de literatura de calidad y relevante para nuestro estudio de investigación.

Se realizaron indagaciones en cinco motores de búsqueda de datos en línea, los cuales fueron SCIEDIRECT, SCOPUS, ACADEMIC GOOGLE, SCIELO y RESEARCHGATE. La interrogante que se planteó como orientación para el proceso de búsqueda fue la siguiente: ¿Cuál es el impacto de la implementación de máquinas autónomas en la cadena de suministro? En el transcurso de la búsqueda, surgieron otras cuatro preguntas que resultaron ser relevantes para realizar esta revisión sistemática. Las interrogantes son las siguientes: ¿Cuáles son los tipos de máquinas autónomas utilizadas en la cadena de suministro? ¿Cuáles son los beneficios y ventajas de utilizar máquinas autónomas en la cadena de suministro? ¿En qué sectores se está implementando este tipo de tecnología? ¿Cuáles son los desafíos y limitaciones asociados con la implementación de máquinas autónomas en la cadena de suministro?

Para iniciar la búsqueda de literatura relacionada con el presente tema, se empleó una combinación de términos asociados a máquinas autónomas, cadena de suministro, logística, industria e inteligencia artificial.

Para la búsqueda de artículos en inglés se utilizaron como base de datos en el idioma inglés a SCIEDIRECT, SCOPUS y RESEARCHGATE. En la primera base de datos mencionada se utilizó los siguientes términos con el operador booleano AND, de la siguiente manera: Autonomous machines AND supply chain. En la segunda base de datos, SCOPUS, se empleó la siguiente combinación: TITLE-ABS-KEY (impact AND of AND autonomous AND machines AND in AND the AND supply AND chain) AND (LIMIT-TO (PUBYEAR , 2023) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2022) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2021) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2020) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2019)). Para

el caso de RESEARCHGATE se colocó en el buscador la oración: “Impact of autonomous machines in the supply chain”.

Posteriormente se procedió a buscar artículos publicados en español, idioma nativo de los autores. Por lo tanto, se realizó una búsqueda minuciosa en ACADEMIC GOOGLE y SCIELO, utilizando en ambas la siguiente oración en el buscador: “Máquinas autónomas con cadena de suministros”.

Tras la búsqueda inicial, se utilizaron una serie de criterios de inclusión para identificar los artículos más pertinentes para este estudio. Estos criterios incluyeron: (1) Artículos publicados entre los años 2019 y 2023. (2) Estudios que investigaron o realizaron la implementación de algún tipo de máquina autónoma. (3) Estudios que investigan acerca de los beneficios de la aplicación de máquinas autónomas en la cadena de suministro. (4) Estudios que aplicaron el uso de máquinas autónomas en diversos sectores como industriales, farmacéuticos, agrícolas, etc. (5) Estudios que investigaron acerca de las limitaciones del implemento de máquinas autónomas.

En cuanto a los criterios de exclusión, se aplicaron las siguientes restricciones: (1) Artículos que no estaban disponibles en línea o no estaban completamente disponibles. (2) Estudios que no hablaban de algún tipo de implementación de máquina autónoma.

Inicialmente, se seleccionaron 51 artículos de las cinco bases de datos mencionadas anteriormente. La Figura 1 muestra el porcentaje de información recopilada en la primera instancia de cada base de datos. Además, en la Tabla 1 se muestra la cantidad exacta de artículos seleccionados por cada base de datos.

Cantidad de artículos por base de datos

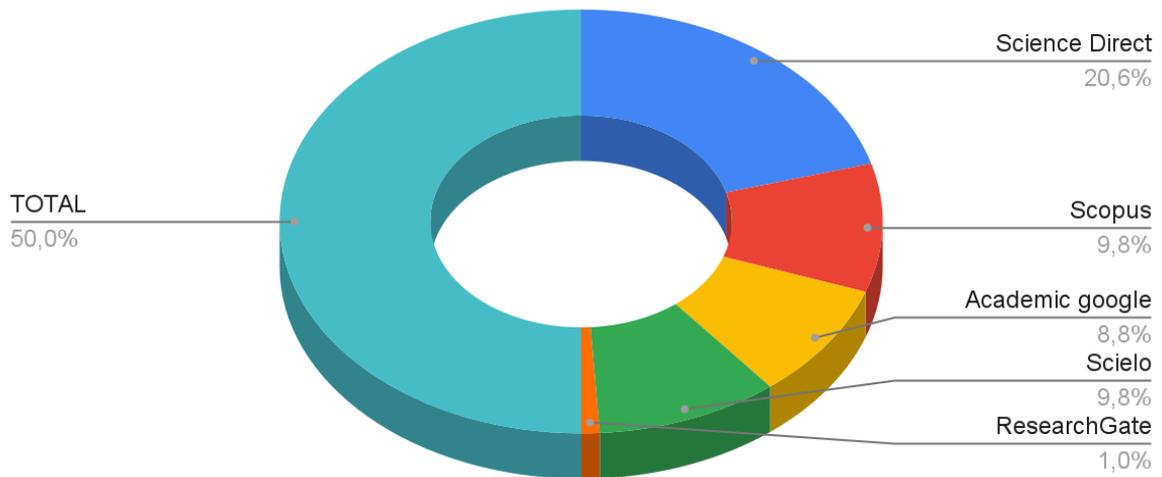


Figura 1: Porcentaje de artículos recolectados por base de datos.

Tabla 1

Cantidad de artículos seleccionados por base de datos, sin criterios de inclusión y exclusión.

Base de datos	Cantidad
Science Direct	21
Scopus	10
Academic google	9
Scielo	10
ResearchGate	1
TOTAL	51

En esta Tabla 1 se puede observar que ScienceDirect fue la base de datos donde más se pudo recabar información de artículos que hablan del tema de esta revisión sistemática.

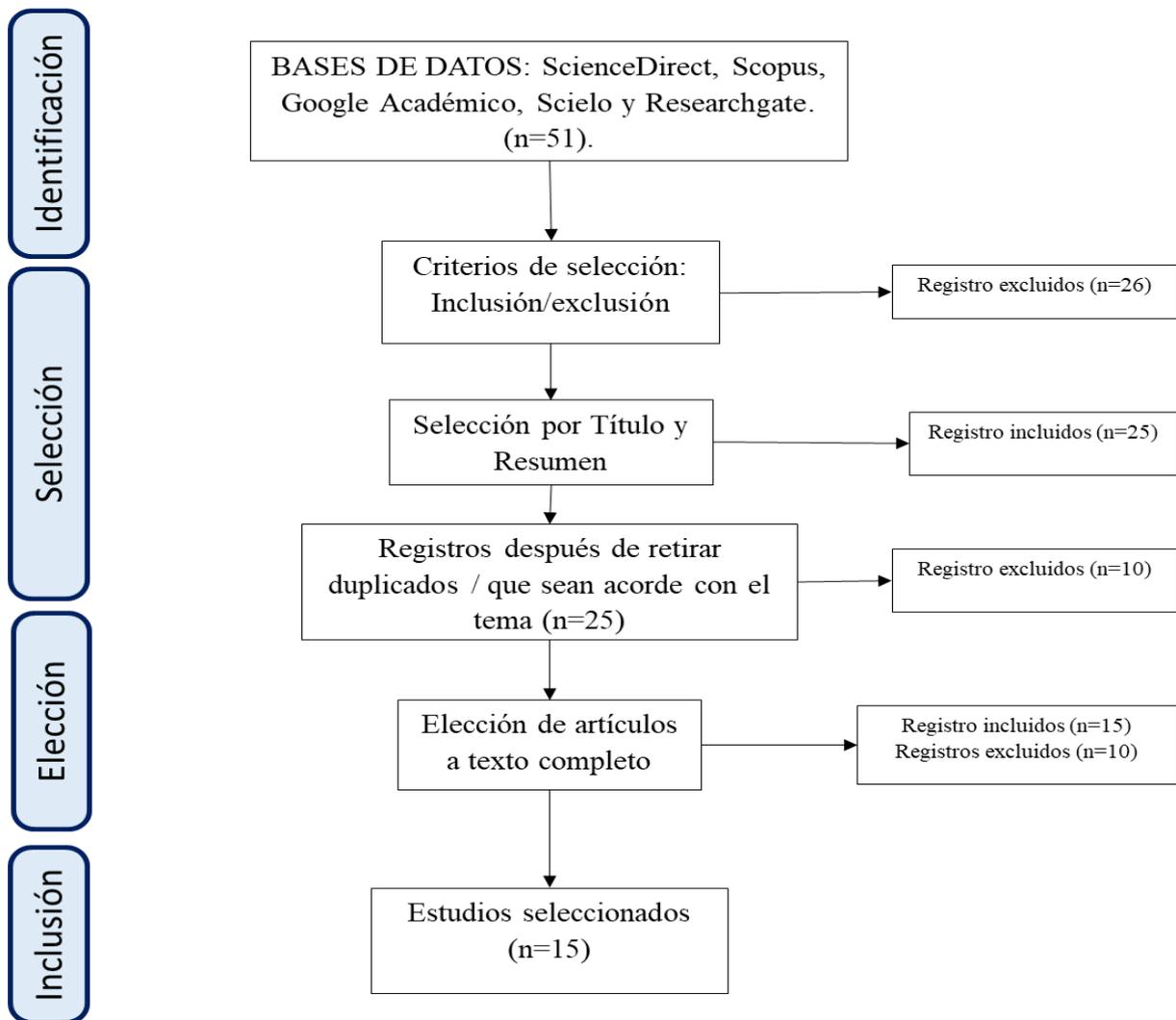


Figura 2: Flujograma de discriminación de artículos encontrados. PRISMA. Elaboración propia

En la Figura 2. Se aprecia cómo fue el flujo de identificar los artículos más relevantes para este trabajo. De un total de 51 artículos seleccionados inicialmente, se redujeron a 15. En el proceso de selección se consideraron los criterios de inclusión y exclusión anteriormente mencionados.

3. Resultados y discusión

Los artículos más relevantes se muestran resumidos en la siguiente Tabla 2.

Tabla 2

Datos resaltantes de los estudios obtenidos para la revisión.

N°	Título	Base de Datos	País	Año	Objetivos/ Resultados
1	Application of blockchain and smart contracts in autonomous vehicle supply chains: An experimental design	Science Direct	Singapore, France, Australia, United Kingdom	2022	Desarrollar soluciones innovadoras basadas en IA y análisis de datos basados en el aprendizaje automático en tiempo real con el propósito de mejorar el rendimiento de la industria. Busca integrar y modelar los datos recopilados de múltiples fuentes, para desarrollar nuevos diseños a través de la reingeniería lógica para obtener información operativa en tiempo real.
2	Investigation and analysis of implementation challenges for autonomous vehicles in developing countries using hybrid structural modeling	Science Direct	India, Thailand	2022	El objetivo es identificar los desafíos y sus interrelaciones para ayudar a los responsables políticos y fabricantes de vehículos autónomos a comprender el nivel de importancia de cada desafío y tomar medidas correctivas. Explora oportunidades y beneficios potenciales de los vehículos autónomos abordando problemas éticos, legales, sociales y económicos relacionados con su adopción.
3	Hybrid additive robotic workcell for autonomous fabrication of mechatronic systems - A case study of drone fabrication	Science Direct	USA	2022	La investigación demuestra un nuevo proceso capaz de la fabricación rápida de drones reconfigurables con una participación humana mínima y reduciendo el desperdicio de materiales. Se valida la eficacia, flexibilidad y autonomía de la célula de trabajo, y se introduce un marco de drones robusto y modular que permite el rediseño flexible y la fabricación fácil de nuevas configuraciones de drones mediante el ensamblaje robótico.
4	Implementing commercial autonomous road haulage in freight operations: An industry perspective	Science Direct	United Kingdom	2021	Identificar los problemas clave que las empresas de logística perciben en la introducción del transporte autónomo por carretera y producir recomendaciones de políticas y diseño a partir del análisis de la información recopilada mediante cuestionarios temáticos y entrevistas semiestructuradas.

5	A review of robotics and autonomous systems in the food industry: From the supply chains perspective	Science Direct	United Kingdom	2020	El estudio proporciona información sobre el potencial de los sistemas RAS para incrementar la optimización de las cadenas de suministro de alimentos, abarcando aspectos como la seguridad alimentaria, la calidad de los alimentos y la reducción del desperdicio de alimentos, destacando la naturaleza prohibitiva del costo de estos sistemas.
6	Ready for robots? Assessment of autonomous delivery robot operative accessibility in German cities	Science Direct	Alemania	2022	Este estudio investigó diversos aspectos de los vehículos autónomos de reparto (ADRs). Los resultados incluyen la identificación de diferentes clases de ADRs y sus propiedades relevantes, así como la planificación y comparación de la accesibilidad urbana. Además, se modelaron y analizaron escenarios operativos de ADRs y se determinó el escenario más adecuado para mejorar los indicadores clave de los operadores logísticos.
7	Selection of vehicle size and extent of multi-drop deliveries for autonomous goods vehicles: An assessment of potential for change	Science Direct	United Kingdom	2022	El objetivo del estudio es examinar los beneficios potenciales de diferentes tamaños de vehículos y rutas de vehículos multipunto en el contexto de vehículos autónomos de mercancías, e identificar la ruta óptima y la combinación de diferentes tamaños de vehículos para completar las entregas mientras se minimiza la función de costo y emisiones de carbono asociadas.
8	Drone as a Service (DaaS) in promoting cleaner agricultural production and Circular Economy for ethical Sustainable Supply Chain development	Science Direct	United Kingdom	2021	Recopilar datos sobre las interrelaciones entre los desafíos de la Política Agrícola Común de la Unión Europea (PAC), proponer más investigaciones para validar las propuestas desarrolladas a partir de esta investigación y presentar implicaciones prácticas para los productores agrícolas.
9	Shaping the Next Generation Pharmaceutical Supply Chain Control Tower with Autonomous Intelligence	Scopus	USA	2019	El propósito es incrementar el desempeño y la eficiencia de la cadena de suministro por medio de medidas como la supervisión en tiempo real, la integración de sistemas y el uso de análisis anticipados. También se busca mejorar la visibilidad e intercambio de información. Estas medidas buscan mejorar el procesamiento de la cadena de suministro y tomar decisiones basadas en datos para mejorar el rendimiento empresarial.
10	Revisión y mejoramiento de la cadena de suministro para disminuir tiempos de aprovisionamientos de materiales para la producción de asfalto Similitudes y diferencias entre la moral artificial y la moral humana	Google Academico	Ecuador	2019	El objetivo principal es analizar las deficiencias en la cadena de suministros dentro de una planta constructora, para categorizar los factores que influyen en las deficiencias del transporte en el ingreso al campamento del material necesario, y valorar la capacidad operativa de las máquinas autónomas para procesar el material para obtener el asfalto
11	Red de drones autónomos utilizando una	SciELO	Ecuador	2021	En este proyecto, se busca establecer una red inalámbrica compuesta por vehículos aéreos

	arquitectura de red para uso alternativo de levantamiento de información agrícola a pequeña escala					no tripulados (UAVs) capaces de intercambiar datos e información en tiempo real con el fin de monitorear y responder a las necesidades de los campos agrícolas. La finalidad es que estos UAVs se comuniquen entre sí, permitiendo la transmisión y recepción de información agrícola para actuar de manera anticipada ante cualquier requerimiento del campo.
12	Reemplazo de personal humano por inteligencia artificial: ventajas y desventajas	Scielo	Bolivia	2022		Es responsabilidad de los individuos determinar si la introducción de robots en las organizaciones puede ser beneficioso, aliviando la carga de trabajo de forma colaborativa y mejorando la calidad de vida de los empleados, en lugar de representar una amenaza para el empleo. Por lo tanto, las empresas deben buscar un equilibrio adecuado entre la presencia de máquinas y la contribución humana, asegurándose de que los robots no reemplacen indiscriminadamente al personal humano y se integren de manera responsable en los entornos laborales.
13	Prospects of robotics in food industry	Scielo	Brazil	2017		El objetivo es presentar una revisión exhaustiva de la aplicación de la robótica en la industria alimentaria.
14	The Future Digital Work Force: Robotic Process Automation (RPA)	Scielo	Brazil	2019		Analizar cómo las tecnologías de Robots y Automatización Robótica de Procesos se están volviendo obligatorias como parte de las operaciones comerciales en las organizaciones de todo el mundo.
15	A Conceptual Model for the Adoption of Autonomous Robots in the Supply Chain and Logistics Industry	ResearchGate	United Arab Emirates, Jordania	2022		Los objetivos de la investigación consisten en reconocer los factores determinantes fundamentales para la implementación de robots autónomos en la industria logística y la cadena de suministro, abarcando aspectos tecnológicos, organizacionales y ambientales. Además, se pretende poner a prueba las hipótesis propuestas relacionadas con estos contextos. El estudio también persigue proporcionar orientación directiva a los encargados de la gestión de la cadena de suministro y a los especialistas en marketing de tecnologías y herramientas digitales que se pueden implementar en el entorno de la cadena de suministro.

Utilizando la información presentada en la Tabla 2, podemos sacar los siguientes datos para esta revisión sistemática, ya que en esta mejor especificado los artículos que se utilizaran, se podrá verificar de qué base datos se obtuvieron los artículos más relevantes, de que año son y de qué país provienen.

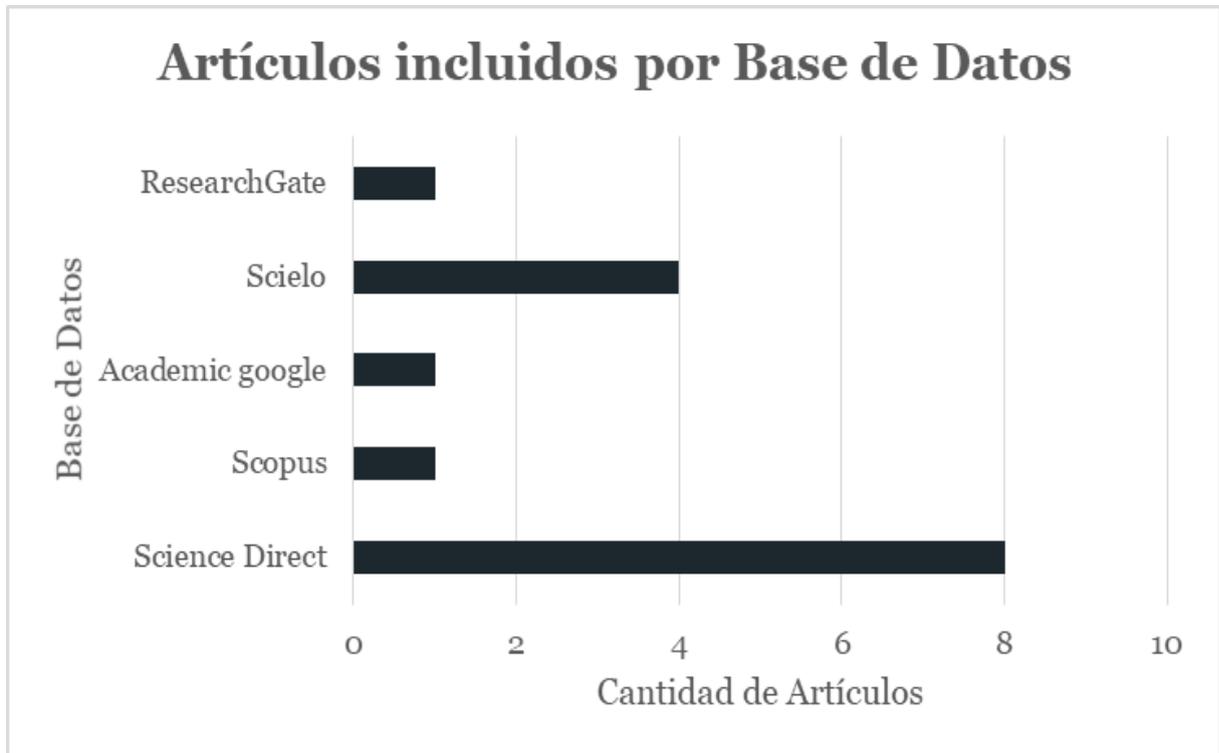


Figura 3: Cantidad de estudios incluidos por Base de Datos para la revisión sistemática.

Tabla 3

Cantidad de estudios incluidos por Base de Datos para la revisión sistemática.

Base de datos	Cantidad
Science Direct	8
Scopus	1
Academic google	1
Scielo	4
ResearchGate	1
TOTAL	15

En la Figura 3 se puede apreciar que la base de datos de ScienceDirect tiene una mayor cantidad de artículos que cumplieron con los criterios de inclusión en comparación con las demás, siendo 15 como se ve más detalladamente en la Tabla 3. Y siendo el Scopus la base de datos con más artículos, con un total de 8. El que menos aportó es Dialnet con un solo artículo

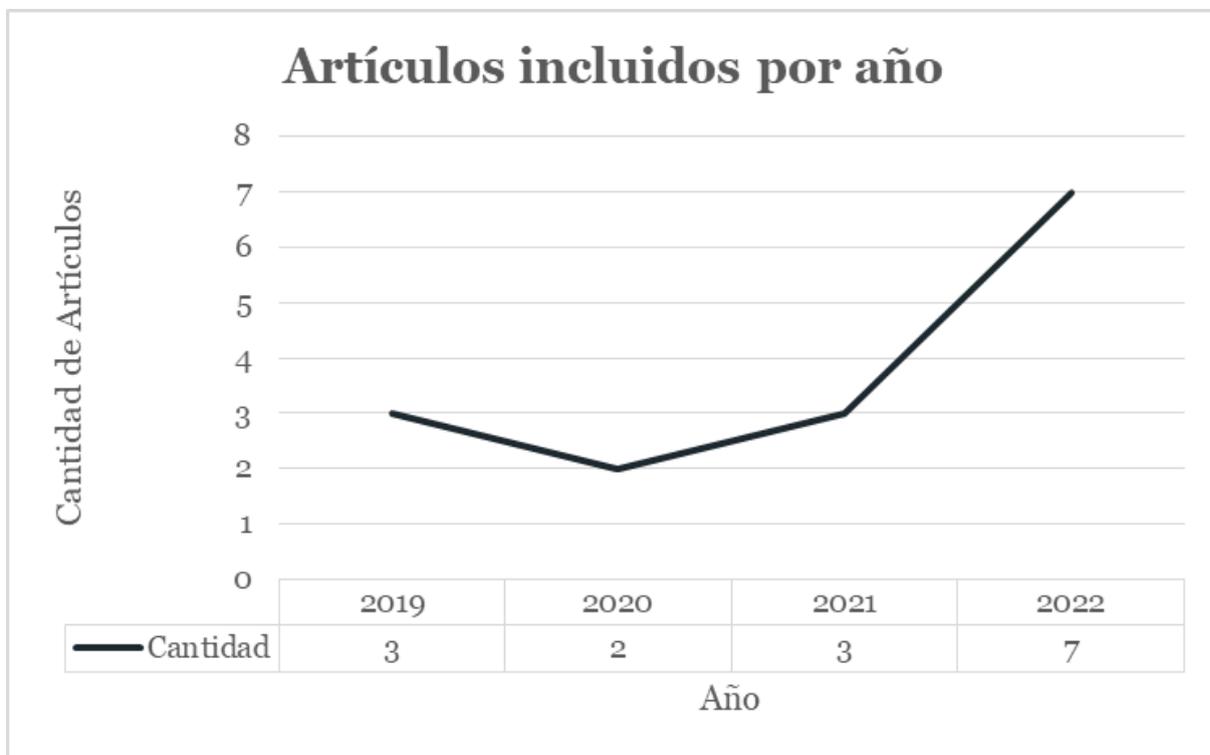


Figura 4: Cantidad de estudios incluidos por año para la revisión sistemática.

En la Figura 4 se observa que hay más artículos que los artículos del año 2022 son los que más ayudarán para esta investigación, hay en total 7 artículos de ese año , esto demuestra que las conclusiones que se mostrarán más adelante , estarán basadas en artículos publicados recientemente.

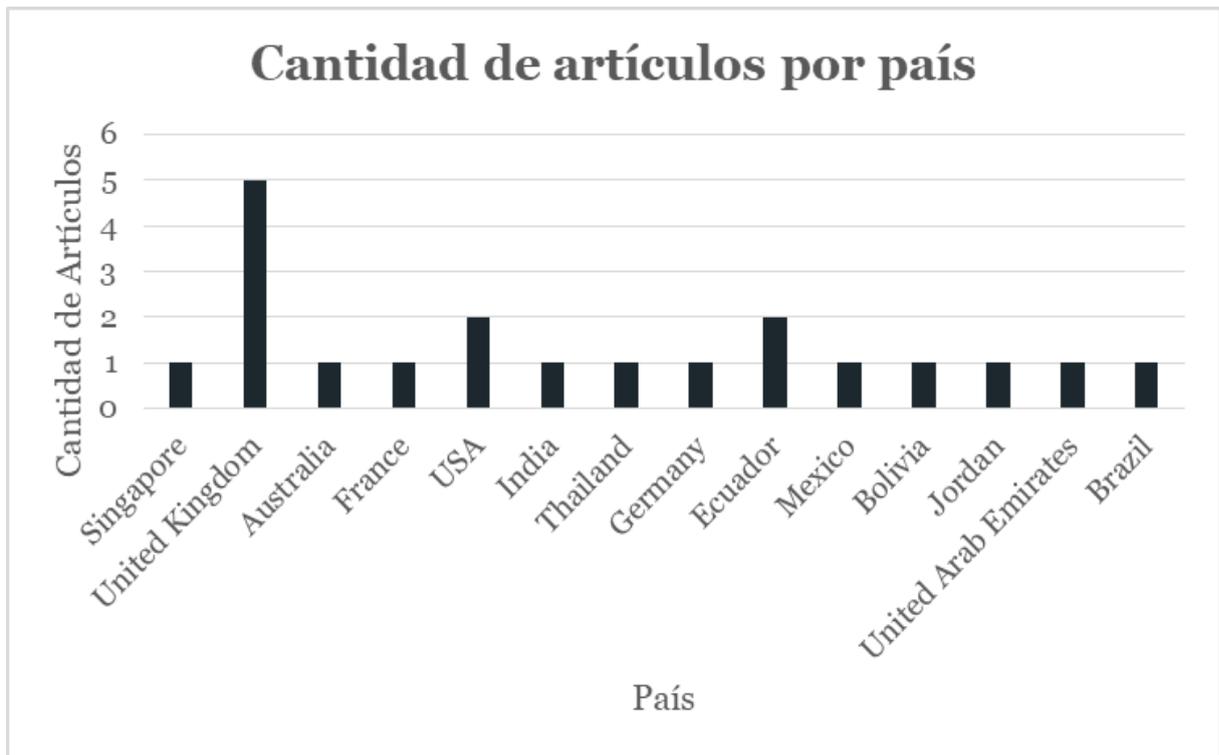


Figura 5: Cantidad de estudios incluidos por país para la revisión sistemática. Elaboración propia

En la Figura 5 se aprecia de qué país hay más artículos seleccionados, aquí se obtuvo que Reino Unido tiene la mayor cantidad de artículos, 5 en total, países como Alemania, Francia, Australia, Ecuador, etc tiene solo 1 artículo.

La Automatización Robótica de Procesos (RPA, por sus siglas en inglés) ofrece beneficios inmediatos a los procesos comerciales fundamentales, abarcando áreas como el reclutamiento y la integración de nuevos empleados, la gestión de cuentas por cobrar y por pagar, el procesamiento de facturas, la administración de inventario y la generación de informes, entre otros [11]. Se espera que los robots autónomos desempeñen un papel cada vez más importante en la cadena de suministro y la industria logística [20]. Por esta razón, las tecnologías de robots y RPA se están convirtiendo en requisitos indispensables en las operaciones comerciales de organizaciones en todo el mundo [11].

El empleo de robots ha experimentado una amplia difusión a nivel global, especialmente en el ámbito de la industria manufacturera, donde han logrado reducir los tiempos de producción y los costos, al tiempo que aseguran una mayor eficiencia y calidad en los productos fabricados. En el campo de la medicina, es común observar a los médicos realizando cirugías con la ayuda de asistentes robóticos o utilizando impresoras 3D para crear modelos y equipos médicos personalizados [6]. Asimismo, dentro del sector farmacéutico podemos encontrar también máquinas autónomas de toma de decisiones las cuales tienen la capacidad de analizar

información, evaluar opciones y tomar decisiones sin intervención humana directa. Estas máquinas utilizan algoritmos, modelos y sistemas de inteligencia artificial para procesar datos y generar respuestas o acciones basadas en esos datos [10].

En este punto, para responder a las preguntas que planteamos al inicio, recopilamos una serie de datos gracias a nuestra recopilación de artículos. Donde para contestar a la pregunta: ¿Cuáles son los tipos de máquinas autónomas utilizadas en la cadena de suministro?, obtuvimos los siguientes datos.

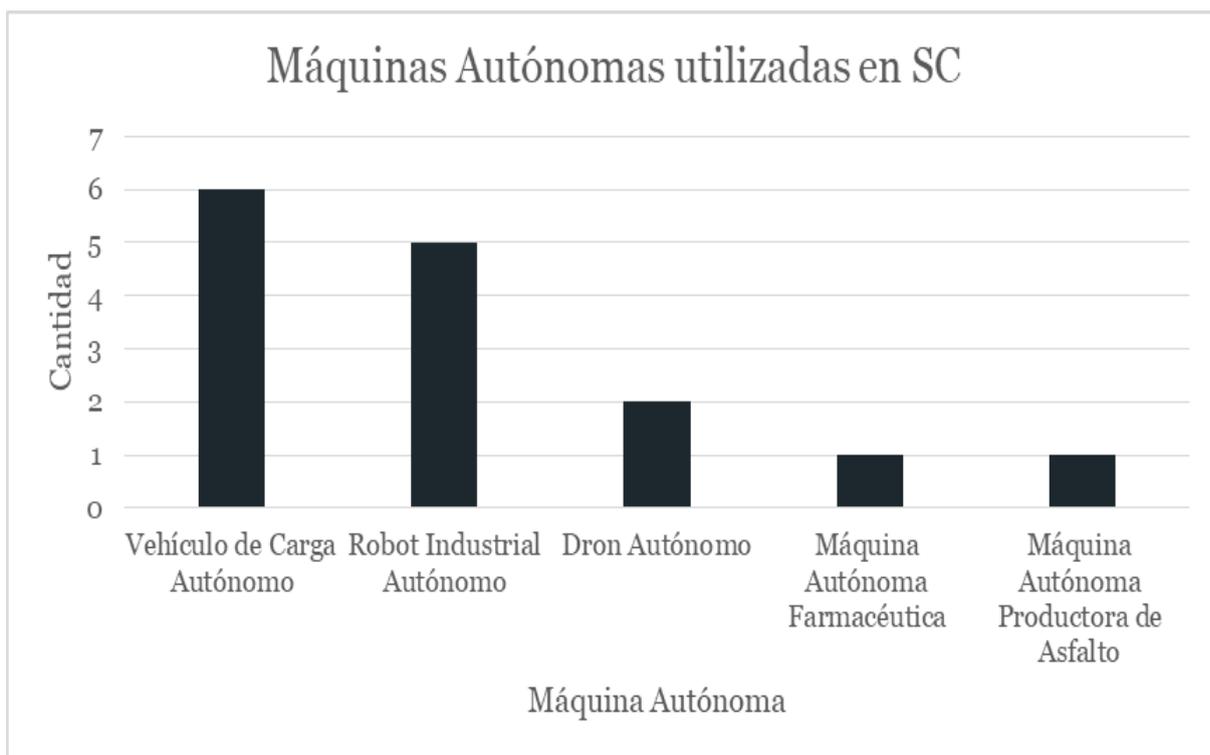


Figura 6: Máquinas Autónomas más implementadas según bibliografía. Elaboración propia.

Se observa en la Figura 6, que la máquina autónoma más implementada son los vehículos autónomos ya que, lo más resaltante actualmente dentro de la SC es el impacto potencial de los vehículos autónomos (AV), el cual se está volviendo cada vez más relevante como resultado de los desarrollos tecnológicos, la inversión de la industria y las regulaciones. Parece haber una probabilidad razonable de despliegue en carretera de vehículos autónomos a escala en algunas geografías, dentro de la próxima década [3]. El departamento agrícola es esencial para la economía de numerosos países y requiere de la incorporación de tecnologías modernas. En este contexto, se pretende unir la agricultura con las tecnologías de la información y comunicación (TIC) con el objetivo de aprovechar las ventajas que estas pueden brindar. Un ejemplo de esta sinergia es la utilización de Vehículos Aéreos no

Tripulados (UAV) en la agricultura de precisión. Estos drones se emplean en diversas tareas, como la fumigación de cultivos o el control de plagas. En el campus experimental "La María" de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), se han destinado diferentes áreas a la agricultura, con el objetivo de aplicar tecnologías y redes de telecomunicaciones que contribuyan a mejorar la agricultura de precisión [2].

Nuestra segunda pregunta es: ¿Cuáles son los beneficios y ventajas de utilizar máquinas autónomas en la cadena de suministro?

Respecto a los beneficios que pueden traer el uso de las máquinas autónomas en la cadena de suministro son bastantes y existen muchos autores que hablan acerca de esto, por ejemplo, que las máquinas autónomas mejoran la eficiencia y reducen los costos, ya que, pueden hacer tareas repetitivas y monótonas de manera eficaz, mucho más rápida y precisa de lo que pueden hacer los humanos [14]. Girish también opina lo mismo que Manimuthu pero agrega que las máquinas autónomas ofrecen mayor seguridad al reducir el riesgo de accidentes y lesiones [9].

Otro de los beneficios es que las máquinas autónomas en la cadena de suministro ofrecen una mayor precisión y calidad al reducir la cantidad de productos defectuosos [8]. También se tiene que el uso de las máquinas autónomas en la cadena de suministros reduce el tiempo de entrega, ofrece una mayor eficiencia en el uso del combustible y reduce las emisiones de carbono a través del uso de vehículos autónomos [19].

Entonces después de todo esto, se puede afirmar que el uso de las máquinas autónomas en la cadena de suministros es muy beneficioso para las empresas ya que se tiene múltiples referencias de personas que usaron estas maquina obtuvieron los beneficios mencionados anteriormente y puede que existan otros beneficios dependiendo el área o el fin con el que lo usen.

La tercera pregunta fue ¿En qué sectores se está implementando este tipo de tecnología?, para contestar esta interrogante, obtuvimos los siguientes resultados.

Cantidad de sectores donde se implementan las máquinas autónomas

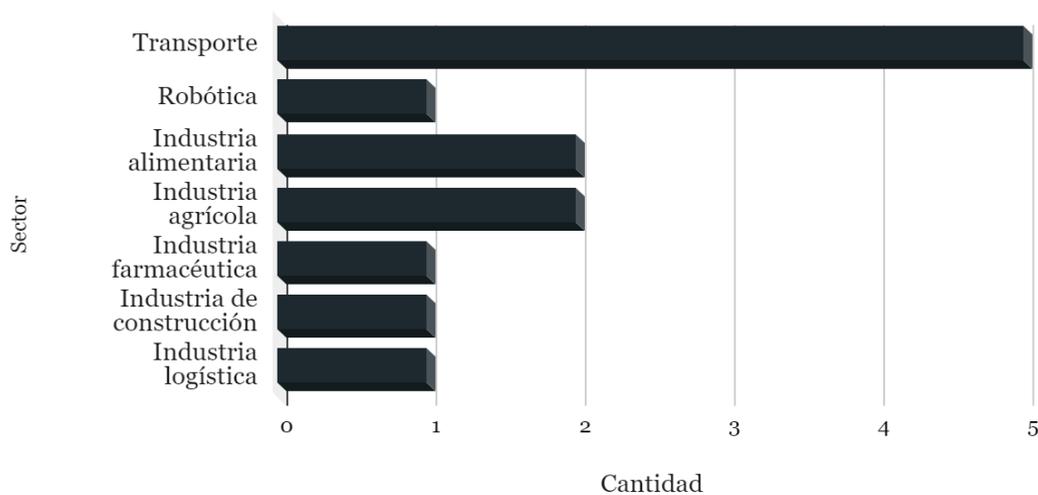


Figura 7: Cantidad de sectores donde más se implementan las máquinas autónomas según bibliografía. Elaboración propia.

La Figura 7 ofrece una visión de los tres sectores principales donde la implementación de máquinas autónomas está en pleno auge. El sector del transporte se destaca como el líder con 5 casos destacados, seguido de cerca por el sector de la industria agrícola con 2 casos y el sector de la industria alimentaria también con 2 casos. Estos datos indican que la automatización y autonomía están siendo adoptadas en estos sectores como una tendencia emergente y prometedora en la mejora de la eficiencia y la productividad.

Y la última pregunta es: ¿Cuáles son los desafíos y limitaciones asociados con la implementación de máquinas autónomas en la cadena de suministro?

La implementación de máquinas autónomas en la cadena de suministro presenta diversas limitaciones, como los altos costos de implementación mencionados por varios autores. Estos costos pueden ser un desafío para las empresas que desean adoptar esta tecnología, ya que la inversión requerida en tecnología y capacitación puede ser significativa [1] [14]. Además, la falta de habilidades y capacitación especializadas es otra limitación mencionada, puede dificultar la implementación de máquinas autónomas en la cadena de suministro, especialmente para aquellas empresas sin experiencia en esta área [2] [8].

Los principales puntos débiles están en la calidad, el mantenimiento y la seguridad de los datos, especialmente cuando se trabaja con organizaciones de fabricación por contrato lo que limita su capacidad para adaptarse a cambios en la cadena de suministro [10].

Por último, existe el riesgo de un masivo desempleo como consecuencia del reemplazo de los trabajadores por estas máquinas autónomas, quitando el trabajo a varias personas [1].

4. Conclusiones

Los estudios revisados sugieren que los sistemas de robots autónomos (RAS) tienen un potencial significativo para mejorar la eficiencia en las distintas áreas de la cadena de suministro. Estos sistemas pueden contribuir a mejorar la calidad del servicio de alimentos, sin embargo, se identifica que el alto costo de implementación de estos sistemas representa una barrera importante para su adopción generalizada.

La adquisición de estas máquinas autónomas está influenciada por una serie de factores, incluyendo el contexto tecnológico, organizacional y ambiental. Por lo tanto, es fundamental que los gerentes y los comercializadores de tecnologías y herramientas digitales consideren estos factores al tomar decisiones importantes sobre la implementación de robots autónomos en sus operaciones.

La implementación de estas máquinas autónomas se enfrentan desafíos relacionados con la integración de sistemas, la automatización de procesos y el monitoreo en tiempo real. Sin embargo, al superar estos desafíos, se pueden lograr mejoras significativas en términos de eficiencia y rendimiento.

Como conclusión, los estudios revisados indican que los sistemas de robots autónomos tienen el potencial de mejorar diversos aspectos de la cadena de suministros. Sin embargo, su adopción se ve limitada por el costo de implementarlos. Los gerentes y los comercializadores deben considerar cuidadosamente los factores tecnológicos, organizacionales y ambientales al tomar decisiones sobre la implementación de robots autónomos. Aprovechar las oportunidades que presentan estas máquinas autónomas puede llevar a mejoras significativas en la eficiencia y el rendimiento de los sectores en la cadena de suministro. La integración de inteligencia artificial, aprendizaje automático y análisis predictivos desempeñan un papel crucial en la optimización de la cadena de suministro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Acedo, B. E. I., Wright, C., Ghys, T., & Declercq, H. (2020). Imaginarios de la robotización: la automatización desde la perspectiva del empleado. *Estudios Sociológicos*, 38(113), 567–600. <https://doi.org/10.24201/es.2020v38n113.1923>
- [2] Bayas, B. O. (2021, April 16). Red de drones autónomos utilizando una arquitectura de red para uso alternativo de levantamiento de información agrícola a pequeña escala. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442021000200069
- [3] Bray, G., & Cebon, D. (2022). Selection of vehicle size and extent of multi-drop deliveries for autonomous goods vehicles: An assessment of potential for change. *Transportation Research Part E-logistics and Transportation Review*, 164, 102806. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2022.102806>
- [4] Cossío, N. S., Crespo, E. O., Pulido-Rojano, A., Urquiaga, A. J. A., & Del Monserrate Ruiz Cedeño, S. (2021). Análisis de integración de la cadena de suministros en la industria textil en Ecuador. Un caso de estudio. *Ingeniare. Revista Chilena De Ingeniería*, 29(1), 94–108. <https://doi.org/10.4067/s0718-33052021000100094>
- [5] Duong, L. N. K., Al-Fadhli, M. B., Jagtap, S., Bader, F., Martindale, W., Swainson, M., & Paoli, A. (2020). A review of robotics and autonomous systems in the food industry: From the supply chains perspective. *Trends in Food Science and Technology*, 106, 355–364. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.10.028>
- [6] Estrada, E. C. F. M. (2022, April). Reemplazo de personal humano por inteligencia artificial: ventajas y desventajas. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2521-27372022000100004
- [7] Fragapane, G., de Koster, R., Sgarbossa, F., & Strandhagen, J. O. (2021). Planning and control of autonomous mobile robots for intralogistics: Literature review and research agenda. *European Journal of Operational Research*, 294(2), 405–426. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2021.01.019>
- [8] Kosmal, T., Beaumont, K., Link, E., Phillips, D., Pulling, C., Wotton, H., Kudrna, C., Kubalak, J. R., & Williams, C. (2022). Hybrid additive robotic workcell for autonomous fabrication of mechatronic systems - A case study of drone fabrication. *Additive Manufacturing Letters*, 3, 100100. <https://doi.org/10.1016/j.addlet.2022.100100>

- [9] Kumar, G., James, A. T., Choudhary, K., Sahai, R., & Song, W. K. (2022). Investigation and analysis of implementation challenges for autonomous vehicles in developing countries using hybrid structural modeling. *Technological Forecasting and Social Change*, 185, 122080. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.122080>
- [10] Liotine, M. (2019). Shaping the Next Generation Pharmaceutical Supply Chain Control Tower with Autonomous Intelligence. *Journal of Autonomous Intelligence*, 2(1), 56. <https://doi.org/10.32629/jai.v2i1.34>
- [11] Madakam, S., Holmukhe, R. M., & Jaiswal, D. K. (2019). The Future Digital Work Force: Robotic Process Automation (RPA). *Journal of Information Systems and Technology Management*, 16, 1–17. <https://doi.org/10.4301/s1807-1775201916001>
- [12] Mahroof, K., Omar, A., Rana, N. P., Sivarajah, U., & Weerakkody, V. (2021). Drone as a Service (DaaS) in promoting cleaner agricultural production and Circular Economy for ethical Sustainable Supply Chain development. *Journal of Cleaner Production*, 287, 125522. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125522>
- [13] Mendoza, M. H. E. (2019, October 1). “Revisión y mejoramiento de la cadena de suministro para disminuir tiempos de aprovisionamientos de materiales para la producción de asfalto.” <https://repositorio.unemi.edu.ec/handle/123456789/4805>
- [14] M, A., Venkatesh, V., Arisian, S., Shi, Y., & Sreedharan, V. R. (2022). Application of blockchain and smart contracts in autonomous vehicle supply chains: An experimental design. *Transportation Research Part E-logistics and Transportation Review*, 165, 102864. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2022.102864>
- [15] Núñez, W. N., Rojas-Martínez, C., Pacheco-Ruíz, C., & Palma, H. H. (2022). Descripción del manejo de tecnologías de información y comunicación en las cadenas de suministros en medianas empresas. *Información Tecnológica*, 33(5), 165–176. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642022000500165>
- [16] Pereira, S. B., & Botelho, R. D. (2021). Human factors, artificial intelligence and autonomous cars: Perspectives for a complex implementation. *Revista De Ciencia Y Tecnología*, 36, 87–98. <https://doi.org/10.36995/j.recyt.2021.36.008>
- [17] Plank, M., Lemardelé, C., Assmann, T., & Zug, S. (2022). Ready for robots? Assessment of autonomous delivery robot operative accessibility in German cities. *Journal of Urban Mobility*, 2, 100036. <https://doi.org/10.1016/j.urbmob.2022.100036>
- [18] Rahman, M. M., & Thill, J.-C. (2023). Impacts of connected and autonomous vehicles on urban transportation and environment: A comprehensive review. *Sustainable Cities and Society*, 96(104649), 104649. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104649>

- [19] Sindi, S., & Woodman, R. (2021). Implementing commercial autonomous road haulage in freight operations: An industry perspective. *Transportation Research Part A-policy and Practice*, 152, 235–253. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2021.08.003>
- [20] Shamout, M. D., Ben-Abdallah, R., Alshurideh, M., Alzoubi, H. M., Kurdi, B. A., & Hamadneh, S. (2022b). A conceptual model for the adoption of autonomous robots in supply chain and logistics industry. *Uncertain Supply Chain Management*, 10(2), 577–592. <https://doi.org/10.5267/j.uscm.2021.11.006>