

Optimizing Transport Fleet Maintenance Through Lean Logistics Integrating Green Logistics and ISO 14001: Systematic Review

Cielo Sayuri Gongora Palacios¹, Jhoel Orlando Janampa Huamanyauri², Nohemy M. Canahua, Mg³
^{1,2,3}Universidad Tecnológica del Perú, Perú, ¹U21301071@utp.edu.pe, ²U21206934@utp.edu.pe, ³C26052@utp.edu.pe

The optimization of maintenance in transportation fleets, combined with sustainable logistics approaches and compliance with standards such as ISO 14001, has shown significant progress in both practice and theory. This review aims to integrate operational efficiency with environmental sustainability, establishing Lean methodologies and sustainable logistics for proper management, and analyzing the benefits of ISO 14001 that arise from developing established methodologies. 1,735 articles in Scopus, EBSCO, and Web of Science include research from 2020 to the current year, 2025. In this sense, logistics organizations can significantly reduce their emissions through internal strategies, such as switching fuels in their fleets and implementing renewable electricity management in their facilities. The conclusion is that by integrating green logistics, Lean methodologies, and ISO 14001, we achieve environmental change in global organizations, as well as satisfactory economic results.

Keywords: green logistics, supply chain, maintenance, transportation fleet, carbon emissions.

Optimización del mantenimiento de la flota de transporte mediante la integración de la logística ecológica y la norma ISO 14001: Revisión sistemática

Cielo Sayuri Gongora Palacios¹, Jhoel Orlando Janampa Huamanyauri², Nohemy M. Canahua, Mg³
^{1,2,3}Universidad Tecnológica del Perú, Perú, ¹U21301071@utp.edu.pe, ²U21206934@utp.edu.pe, ³C26052@utp.edu.pe

La optimización del mantenimiento en flotas de transporte, en conjunto con los enfoques de logística sostenible y el cumplimiento de estándares como la norma ISO 14001, ha mostrado avances significativos tanto en la práctica como en el desarrollo teórico. Esta revisión tiene como objetivo integrar la eficiencia operativa con la sostenibilidad ambiental, estableciendo metodologías Lean y logística sostenible para una correcta gestión, analizando los beneficios de la ISO 14001 que se presenta al desarrollar las metodologías establecidas. 1735 artículos en Scopus, EBSCO y Web of science, donde incluyen investigaciones desde el 2020 hasta el presente año 2025. En este sentido, las organizaciones logísticas pueden reducir considerablemente sus emisiones mediante estrategias internas, como el cambio de combustibles en sus flotas y la implementación de una gestión eléctrica renovable en sus instalaciones. Se llega a una conclusión, que, al realizar la integración de la logística ecológica, metodologías Lean y norma 14001 obtenemos un cambio ambiental en las organizaciones mundiales, como también un resultado económico satisfactorio.

Palabras clave-- logística verde, cadena de suministro, mantenimiento, flota de transporte, emisiones de carbono.

I. INTRODUCCIÓN

El sector de Transporte de flotas es una parte fundamental de las grandes industrias globales que desempeñan un rol importante en la cadena logística. En el contexto nacional donde el gran porcentaje de las industrias depende de este sector, el crecimiento económico es innegable y es clave dentro de la economía peruana. En la actualidad, la sostenibilidad ambiental se ha transformado en una prioridad estratégica para las empresas de transporte, debido al creciente impacto que tienen las operaciones logísticas sobre el medio ambiente. Dentro de este entorno, el mantenimiento de la flota de transporte representa una actividad crítica tanto para la eficiencia operativa como para la reducción de impactos ambientales negativos, como las emisiones de CO₂ y el manejo excesivo de recursos. Sin embargo, en el competitivo mundo empresarial actual, la mayoría de las empresas comerciales están vinculadas a un método de gestión de la cadena de suministro para lograr fuentes de mercados estables y sin presión, así como para maximizar las ganancias mutuas, para reducir el desperdicio y controlar los efectos ambientales de la producción ecológica[1].

Además, esta integración busca una mejora de la cadena de suministro siendo aún más eficientes en su operatividad y sostenibilidad y que mejor que una gestión de mantenimiento eficiente conformado por un grupo de vehículos de carga que estén dentro de una estrategia ambiental satisfactoria buscando reducir costos que hoy en día es crucial para algunos

empresarios [2]. Por consiguiente, las herramientas que se busca integrar no solo permitirán decisiones óptimas basadas en datos, sino que también permitirá evitar fallas a largo plazo y contribuir con el medio ambiente buscando un óptimo desarrollo ambiental[3].

Por otro lado, el problema que existe es la falta de estandarización en procesos Lean Logistics y las diferentes integraciones de regularizaciones ambientales trabajando junto a la norma ISO 14001, que estas son barreras significativas dentro de las operaciones de transporte de flota. En primer lugar, en el sector internacional el área de transportes de flota se convirtió base fundamental de la economía, siendo su afectante el mantenimiento de dicha flota[4]. Dando el estado actual en el país un amargo resultado, el vacío de conocimiento genera una resistencia al cambio prolongando modelos logísticos tradicionales y evitando prácticas verdes en el sector de manera local, también uno de los indicadores que se pretende reducir la huella de carbono y si nos dirigimos hacia el sector de transporte de flotas nos referimos a la reducción del CO₂ [5].

La gestión eficiente de flotas de transporte representa un desafío crítico para la competitividad empresarial y la sostenibilidad ambiental en el contexto global actual. En este contexto, la implementación de la logística ecológica e ISO 14001 se presenta como una estrategia efectiva para optimizar recursos, reducir emisiones y mejorar la eficiencia operativa. Las investigaciones existentes evidencian el impacto positivo de la capacitación ecológica en la ventaja empresarial sostenible. Se pueden adoptar prácticas respetuosas con el medio ambiente y lograr una ventaja competitiva mediante un mejor reconocimiento de marca y la fidelización de los clientes[3]. Además, las decisiones de consolidación de envíos se utilizan para disminuir los costos y el impacto ambiental. A su vez representa un componente crítico en la eficiencia operativa de las organizaciones logísticas, incidiendo directamente en costos, tiempos de respuesta, sostenibilidad ambiental y calidad del servicio[6].

El objetivo de esta RSL es examinar y sintetizar investigaciones previas que aborden dicho tema, con el fin de identificar estrategias, prácticas y modelos que promuevan una gestión eficiente, sostenible y alineada con los requerimientos ambientales contemporáneos. El transporte de mercancías se evaluó según los aspectos de sostenibilidad, con énfasis en el flujo de información entre el entorno interno y externo. Dado que el proceso de reconocimiento requiere la dirección de mayor cantidad de información, la lógica difusa resultó más adecuada para evaluar el resultado, con el fin de mitigar los

errores humanos, identificar y ponderar las principales variables, y verificar e internalizar las buenas prácticas[7].

II. METODOLOGÍA

La reciente investigación se realizó mediante una RSL como enfoque metodológico principal, con el propósito de recopilar, examinar y sintetizar de manera ordenada los avances científicos existentes relacionados con la optimización del mantenimiento en flotas de transporte, a través de la incorporación de prácticas de logística verde y la norma internacional ISO 14001. Esta iniciativa surge de la necesidad de fortalecer el desempeño ambiental de las operaciones logísticas, sin descuidar la eficiencia técnica y operativa del mantenimiento vehicular.

La presente investigación se estructura en apartados definidos, iniciando con la metodología que describe el enfoque aplicado para la revisión sistemática de la literatura (RSL). Se emplea la declaración PRISMA 2020, diseñada para revisiones que evalúan intervenciones sanitarias sin importar el diseño de los estudios incluidos [8], siguiendo las directrices de informes previamente establecidas, como el documento de explicación y elaboración PRISMA, que proporciona fundamentos basados en evidencia para cada elemento de la lista de verificación [9].

Las plataformas académicas empleadas como fuentes de consulta fueron: Scopus, Web of Science, y EBSCOhost. Asimismo, se delimitó la fase de búsqueda entre los años 2020 y 2025, lo cual permitió centrarse en investigaciones recientes que reflejan las tendencias más actuales en sostenibilidad logística y gestión ambiental aplicada al transporte.

TABLA I
RESUMEN DE LA METODOLOGÍA EMPLEADA PARA LA BÚSQUEDA

Criterios de búsqueda	Factores para la búsqueda de información		
Pregunta de investigación	¿Cómo contribuye la integración de Lean Logistics, la logística verde y la norma ISO 14001 a optimizar el mantenimiento de flotas de transporte y reducir su impacto ambiental en las operaciones logísticas?		
Palabras claves empleadas en la búsqueda	Mantenimiento de flotas de transporte	Metodología lean, logística verde y la norma ISO 14001	Eficiencia operativa y reducción del impacto ambiental
Base de datos	SCOPUS	EBSCOHOST	WEB OF SCIENCE
Años	2020-2025		
Idioma	Español	Ingles	
Tipo de documento	Artículos académicos		Artículos científicos
Accesibilidad	Open Access		
Criterio de selección	Proceso elaborado por 3 niveles, comprendida en 9 etapas		

Con el propósito de especificar el proceso de búsqueda en los artículos incluidos en la revisión, se procedió a desglosar la pregunta PICO. Esto permitió organizar la búsqueda de forma

más comprensible y estructurada. A continuación, en la (Tabla II), se muestra de manera clara y concisa las tres preguntas formuladas a partir de dicha descomposición.

A. Pregunta PICO y sus elementos

En una primera etapa, se identifican los distintos componentes que conforman la pregunta PICO. Está transformación permitió acotar con mayor precisión los aspectos centrales del estudio: el problema, la intervención y el resultado esperado. Estos elementos se detallan en la (Tabla II)

TABLA II
PREGUNTA PICO

¿Cómo contribuye la integración de Lean Logistics, la logística verde y la norma ISO 14001 a optimizar el mantenimiento de flotas de transporte y reducir su impacto ambiental en las operaciones logísticas?	
P	(Mantenimiento de flotas de transporte) ¿Qué problemas presenta actualmente el mantenimiento de flotas en el sector logístico?
I	Intervención (Metodología lean, logística verde y la norma ISO 14001)
C	No aplica
O	Resultado (Eficiencia operativa y reducción del impacto ambiental)

B. Ecuación de búsqueda

Con los componentes PICO se logró las correspondientes ecuaciones de búsqueda:

- **Ecuación de búsqueda en SCOPUS**
(TITLE-ABS-KEY (("green logistics" OR "sustainable logistics" OR "eco-friendly logistics" OR "environmentally friendly logistics" OR "green supply chain" OR "sustainable supply chain")) AND TITLE-ABS-KEY (("maintenance" OR "preventive maintenance" OR "predictive maintenance" OR "lean maintenance" OR "operational efficiency" OR "continuous improvement" OR "asset management")) AND TITLE-ABS-KEY (("cost reduction" OR "profitability" OR "efficiency indicators" OR "energy consumption" OR "carbon emissions" OR "regulatory compliance" OR "operational cost" OR environmental)))"carbon emissions" OR "regulatory compliance" OR "operational cost" OR "environmental
- **Ecuación de búsqueda en EBSCOHOST**
(“green logistics” OR “sustainable logistics” OR “eco-friendly logistics” OR “environmentally friendly logistics” OR “green supply chain” OR “sustainable supply chain”)) AND (“green logistics” OR “sustainable logistics” OR “eco-friendly logistics” OR “environmentally friendly logistics” OR “green supply chain” OR “sustainable supply chain”)) AND (“m
- **Ecuación de búsqueda en WEB OF SCIENCE:**
TS=(“green logistics” OR “sustainable logistics” OR “eco-friendly logistics” OR “environmentally friendly logistics” OR “green supply chain” OR “sustainable supply chain” OR “low-

carbon logistics" OR "green freight" OR "circular logistics" OR "clean transportation" OR "eco-transportation" OR "carbon-neutral logistics" OR "environmental logistics") AND TS=("cost reduction" OR "profitability" OR "efficiency indicators" OR "operational efficiency" OR "energy efficiency" OR "resource optimization" OR "carbon emissions" OR "energy consumption" OR "GHG emissions" OR "environmental impact" OR "regulatory compliance" OR "operational cost" OR "sustainability metrics" OR "eco-efficiency")

C. Definición de los criterios de inclusión y exclusión
Los criterios de inclusión hacen referencia a las condiciones mínimas que deben cumplir los trabajos para ser considerados en el análisis, mientras que los criterios de exclusión corresponden a aquellos factores que justifican su eliminación del estudio. A continuación, se detallan los criterios aplicados en la (figura 1) durante el proceso de selección de esta RSL.

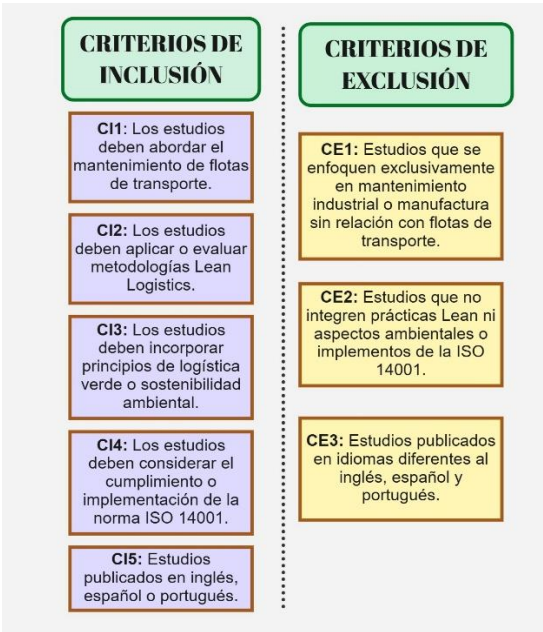


Fig. 1 Cuadro de criterios.

D. Descripción del proceso de selección

Al realizar la búsqueda de nuestra investigación establecida se determinó que Scielo y Redalyc no sean tomados dentro de la base de datos de dicha investigación, esto se debe a la baja cantidad de artículos que presentan sobre temas de mantenimiento de flota, metodologías lean e ISO 14001. Ante esta búsqueda realizada con apoyo de la ecuación RSL se encontraron 216 artículos en SCOPUS, 253 en EBSCO y 1266 en WEBOFSCIENCIE. Finalmente, se redujo la cantidad de artículos con los criterios de exclusión quedando por último 17 SCOPUS, 28 EBSCO y 51 WOS. La siguiente figura (figura 2) muestra el diagrama de flujo Prisma realizada para la selección de artículos fundamentales en la RSL.

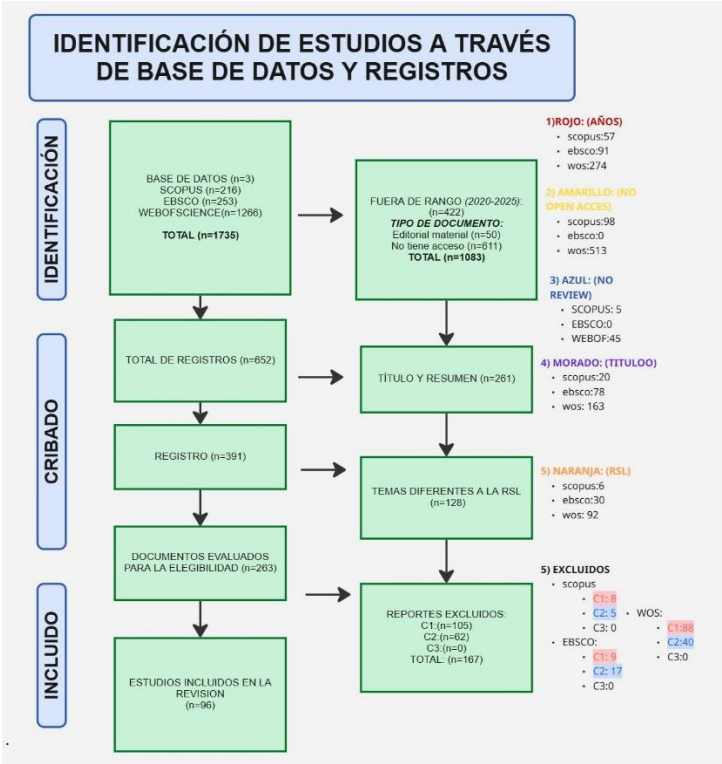


Fig. 2 Diagrama de flujo prima en tres niveles.

Se observan los resultados obtenidos. En primer lugar, se definen las palabras claves para la RSL. Se logra identificar estudios donde abordan el mantenimiento de flotas de transporte, aplicando y/o evaluando metodologías Lean Logistic, considerando el cumplimiento de la ISO 14001. Finalmente, después del cribado respectivo, se consideró incluir (96) documentos recuperados de Scopus (17), WebofScience (51) y Ebsco (28).

III. RESULTADOS

III.I. Resultados Bibliométricos:

. En la figura número 3 se puede ver que el año con mayor aporte científico para nuestra investigación es 2023 contando con un total de 29 artículos. Por consiguiente, del año 2024 con 24 artículos.

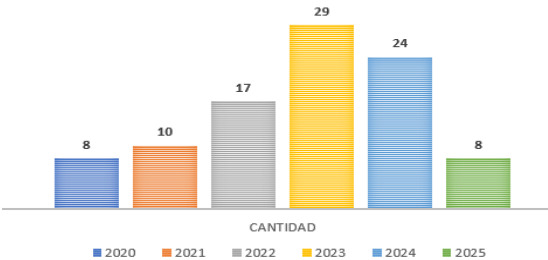
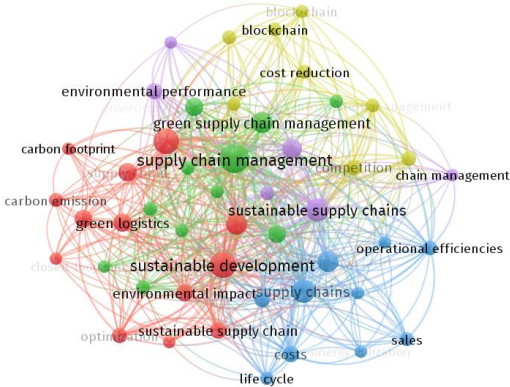


Fig.3 Artículos de la investigación según año de publicación

Con respecto al país de origen, la figura número 4 muestra que el país de Suiza es el principal aporte de carácter científico, con un total de 27 artículos considerados para nuestra investigación. Además, se observan 14 artículos que se han publicado en Países Bajos como segundo país con mayor contribución.



La Fig. 5 muestra un conteo de las palabras clave que han sido utilizadas. Las palabras que se visualizan con nodos más grandes y de mayor intensidad son las más frecuentes, pero base fundamental para seguir excluyendo temas que no guardan relación con la RSL.



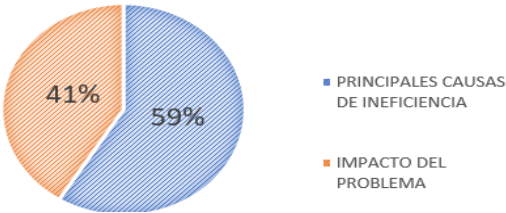
En el análisis de dicho resultado serán útiles para el alcance y respuesta, tanto como la investigación de los países más relevantes, como ideas claves empleadas en la búsqueda de la fórmula de ecuación y generar resultados para el entendimiento y respuesta de los objetivos presentes en la RSL.

III.II. Resultado de Ingeniería:

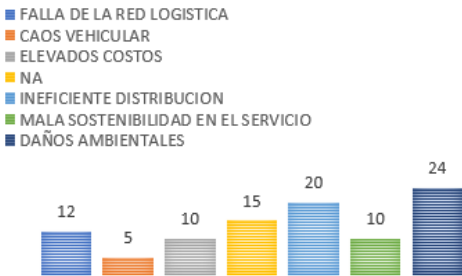
A través de los artículos investigados se realizó una síntesis de la información obtenida en los 96 artículos considerados para la presente RSL, en función a las preguntas según la estructura PICO.

a) ¿Qué problemas presenta actualmente el mantenimiento de flotas en el sector logístico?

Para poder determinar que problemas presenta actualmente el mantenimiento de flotas en el sector logístico, debemos saber las principales causas y el impacto que genera esto, por un lado tenemos a los impactos como la congestión vehicular y la liberación de carbono que se presentan durante el traslado o distribución que realice dicho transporte [10],[11],[12], al tener un deficiente mantenimiento de flota se logra aumentar progresivamente las emisiones del CO2, esto ocurre cuando originamos el famoso “caos vehicular”[13]. Por otro lado, dentro del sector logístico la ineficiencia del mantenimiento de flotas se da por diversas causas, siendo la poca información y procesos que se brinda[14], esto genera una respuesta lenta a las soluciones, siendo las causas la falta de historiales de reparación, ajustes y rendimiento vehicular [15], y si al tener información precisa sobre el consumo vehicular obtenemos una visión ordenada de la flota e identificación de soluciones inmediatas[16], [5]. Además, podemos agregar que la deficiente infraestructura logística dentro de los sistemas de seguimiento y control en tiempo real, esto puede generar retrasos o daños en la mercedaria, vehículo y operaciones logísticas, dando resultados poco agradables como aumento de costos y riesgos en el sector y/o área [17],[18],[19].



Sabemos que el sector de transporte logístico es muy complejo y cuando nos referimos de problemas actuales, esto se complica más. Si nos centramos en el área de mantenimiento de flotas, obtenemos respuestas más concretas y razonables. Como es la falta de actualización de información histórica del vehículo[4], [17], entre otros. Entonces al tener presente la problemática, en la figura 7 podemos mencionar el impacto que genera en el sector de transporte, lo que genera complejidad en la red logística [20], [21], caos vehicular [7], [13], [15], [22], [23], [24], costos de mantenimiento elevados.



b) *¿Cómo influye la integración de la metodología Lean, la logística verde y la norma ISO 14001?*

La integración de la metodología Lean, la logística verde y la norma ISO 14001 representa un enfoque novedoso e integral hacia la sostenibilidad organizacional, lo cual se ha convertido en una prioridad a través de los años. La aplicación de Lean favorece la eliminación de desperdicios, optimización de procesos y reducción de tiempos de inactividad, resultando en una mayor eficiencia operativa y menor consumo de recursos. Esto también se traduce en menor desgaste y prolonga la vida útil de los activos de la flota[7].

Todo eso conlleva una mayor integración de estas diferentes metodologías, en especial el área logística. Incorporando prácticas ecológicas, como la optimización de rutas, uso de combustibles alternativos y gestión eficiente de residuos[25]. En relación a las características presentadas en los diferentes enfoques logísticos recopilados se pueden apreciar en la siguiente figura 8.

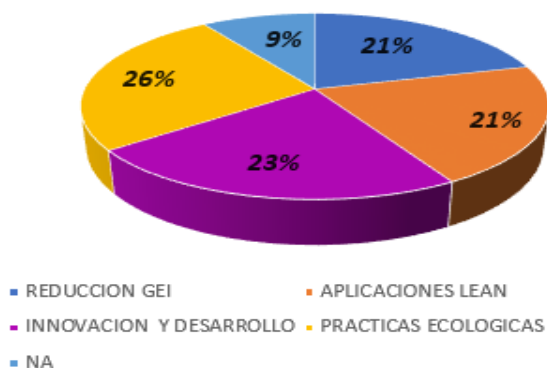


Fig. 8 Características logísticas de diferentes enfoques

En este sentido las características más comunes son las prácticas ecológicas. La incorporación de métodos de optimización y evaluación ambiental en la planificación logística incorpora consideraciones de protección ambiental y eficiencia operacional [26]. Algunos de los beneficios más frecuentes que se encuentran se aprecian en la figura 9.

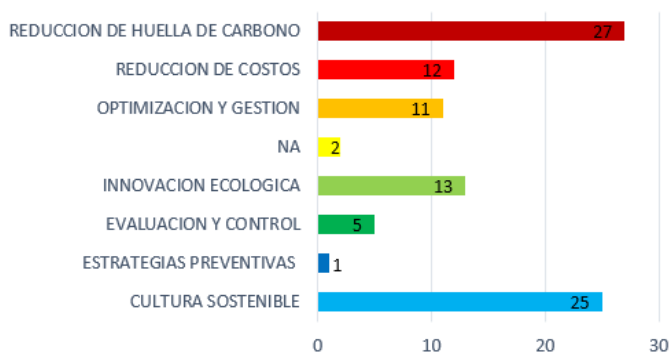


Fig. 9 Beneficios encontrados después de la integración

Dentro de los beneficios con mayor similitud se ve la reducción de huella de carbono en 27 artículos investigados [27],[28],[29],[5],[30],[31],[32],[33],[34],[19],[35],[36],[37],[38],[12],[39],[40],[41],[11],[23],[42],[43],[44],[45],[46],[47],[48]. Reducir la huella de carbono es clave en los ámbitos ambiental, económico y social, debido al impacto negativo de los gases de efecto invernadero, especialmente el CO₂. La coordinación regional y la integración sectorial contribuyen a disminuir estas emisiones, apoyando los objetivos de neutralidad de carbono y desarrollo económico sostenible.[32]. Otro de los beneficios es la cultura sostenible. Mejora el rendimiento sostenible y permite tomar decisiones eficientes bajo incertidumbre[20]. Eso se detalla en los siguientes artículos [7],[25],[49],[50],[51],[2],[20],[21],[52],[53],[54],[55],[10],[56],[22],[57],[58],[59],[60],[61],[62],[63],[64],[65],[66].

La innovación ecológica es el proceso de desarrollar servicios, procesos o modelos de negocio que generan beneficios ambientales. Algo trae consigo la reducción significativa de emisiones con tecnologías eficientes [67]. También estos artículos hacen énfasis del mismo beneficio [68],[69],[18],[70],[71],[6],[72],[73],[74],[75],[76],[77]. La reducción de costos se enfoca en disminuir los gastos operativos, de producción o administración dentro de una organización sin afectar la calidad del producto o servicio. Mejora en la satisfacción del cliente y reducción de costos también son beneficios destacados[78].

Los distintos artículos también concuerdan con el mismo beneficio [24],[16],[26],[15],[79],[80],[81],[82],[83],[84],[85]. La optimización y gestión son conceptos fundamentales en la administración moderna que se enfocan en mejorar el desempeño organizacional mediante el uso eficiente de recursos, tiempo y procesos. La optimización y gestión de pedidos de las empresas, con especial atención al acceso abierto ecológico en el contexto de la colaboración entre clientes y proveedores[86],[87],[4],[1],[14],[88],[89],[90],[91],[92],[93]. En el beneficio de evaluación y control se evalúa los impactos ambientales, identificando categorías y fuentes de impacto ambiental, y analizando los materiales primarios que contribuyen a la contaminación ambiental [94],[17],[95],[13],[96].

Por consecuente otros dos artículos no encontraron mejoras significativas en su investigación [3],[97].

La aplicación de estrategias preventivas y de mantenimiento generará beneficios económicos y ambientales[98].

c) *¿Qué resultados se observan en la mejora de la eficiencia operativa y la disminución del impacto ambiental?*

La implementación de una configuración flexible y bien estructurada, que integra diversas tecnologías ecológicas, representa una estrategia prometedora para enfrentar los desafíos ambientales del sector logístico. Esta combinación permite adaptar procesos a distintas condiciones operativas, mejorar la eficiencia energética y fomentar prácticas sostenibles. A largo plazo, se proyecta una notable

optimización de costos, junto con una reducción significativa del impacto ambiental. Estas ventajas consolidan su valor como enfoque integral para la transformación verde de las operaciones logísticas [48]

También se aprecia la mejora la eficiencia, la transparencia y la racionalidad de los procesos de toma de decisiones, mejorando así la calidad de las decisiones [18].

TABLA III
RESULTADOS OBTENIDOS

Resultados obtenidos	Referencias
Optimizar el uso de combustible	[3], [23], [52], [65], [75], [79], [94]
Disminución en las emisiones de gases de efecto invernadero, etc.	[6], [10], [13], [32], [35], [38], [40], [41], [47], [49], [67], [72], [74], [76], [77], [78], [88]
Eficiente cadena de suministro	[1], [5], [28], [33], [54], [55], [56], [59], [60], [63], [66], [69], [80], [81], [85], [86], [87], [90], [91], [93], [98]
Reducción de gastos operativos	[4], [15], [18], [25], [31], [51], [65], [73]
Calidad del servicio	[7], [26], [32], [52], [57], [61], [62], [64], [89], [92]
Sostenibilidad ambiental	[2], [11], [12], [17], [19], [20], [21], [22], [24], [27], [36], [37], [39], [43], [46], [48], [50], [53], [58], [70], [80], [82], [83], [84], [95], [97]
Eficiente gestión energética vehicular	[14], [16], [29], [30], [34], [42], [68], [71], [96]

La implementación de metodologías sostenibles, como la logística inversa y el diseño ecológico, contribuye a reducir el impacto ambiental en las operaciones logísticas [55]. Se evidenció una disminución de emisiones de hasta 28.49 %, mayor eficiencia operativa y alineación con los objetivos de desarrollo sostenible, como el consumo responsable y la acción por el clima (ODS 12 y 13), favoreciendo la sostenibilidad ambiental frente a los gases de efecto invernadero [63]. Adoptando estos lineamientos de prácticas orientadas a la optimización de emisión de carbono y cumplimiento de las regulaciones ambientales buscaran un resultado clave para prolongar la sostenibilidad ambiental a largo plazo como también la vida útil de la flota. Finalmente, podemos decir que las estrategias de condiciones ambientales para el sector de transporte de flota optimizando el mantenimiento de estas, se basa en crear una cultura verde capacitando a los empleados, rediseñando procesos a los cuales las organizaciones estaban acostumbradas, buscando la mejora de la huella de carbono como también realizando un transporte limpio y cambiando un enfoque de una nación [58], [64], [66].

DISCUSIÓN:

Los resultados de esta revisión evidencian múltiples beneficios derivados de la integración de metodologías como Lean y logística verde, destacando una reducción de emisiones superior al 20 % y una mejora en la eficiencia mediante producción inteligente [43]. Además, algunos autores señalan

que estas prácticas fomentan una cultura empresarial sostenible. La combinación metodológica permite una gestión eficiente en términos económicos y ambientales, reduciendo costos, congestión y emisiones, al tiempo que mejora la eficiencia operativa del sistema logístico global [52]

El material destaca que la intervención gubernamental mediante políticas, impuestos y subsidios contribuye a disminuir las emisiones de carbono y mejorar la sostenibilidad, promoviendo una gestión más eficiente del impacto ambiental y logrando beneficios económicos y ambientales. [2], [11], [12], [17], [19], [20], [21], [22], [24], [27], [36], [37], [39], [43], [46], [48], [50], [53], [58], [70], [80], [82], [83], [84], [95], [97].

La revisión identificó diversos impactos en el área logística, como la alta incertidumbre en la demanda del mercado, la producción y las actividades de transporte, así como la complejidad de la red y la gestión de procesos inversos como reciclaje y reparación [20]. Además, otros autores destacan que la falta de datos históricos reales y precisos afecta negativamente la evaluación y optimización de operaciones, generando mayores costos y menor eficiencia en el mantenimiento de flotas [15]

CONCLUSIÓN:

El objetivo principal de la revisión sistemática de la optimización del mantenimiento de la flota de transporte mediante la integración de la logística ecológica y la norma ISO 14001 es brindar un servicio novedoso con sostenibilidad ambiental y productiva para afrontar diversos desafíos actuales en el sector logístico y el de transporte. Esta perspectiva integral nos permite recudir impactos ambientales y económicos, brindar una excelente calidad del servicio, tener una eficiente gestión energética vehicular y optimizar el uso del combustible para consolidar la competitividad en numerosas organizaciones en un entorno más exigente con finalidad a la sostenibilidad ambiental.

REFERENCIAS

[1] S. Bhuniya, S. Pareek, and B. Sarkar, “A sustainable game strategic supply chain model with multi-factor dependent demand and mark-up under revenue sharing contract,” *Complex & Intelligent Systems*, vol. 9, no. 2, pp. 2101–2128, Apr. 2023, doi: 10.1007/s40747-022-00874-8.

[2] I. Kulova, V. Nikolova-Alexieva, and N. Koleva, “Integrative model for integrating green initiatives in Industry 4.0 enterprises,” *E3S Web of Conferences*, vol. 583, p. 08001, Oct. 2024, doi: 10.1051/e3sconf/202458308001.

[3] Z. Lu, K. Wu, E. Bai, and Z. Li, “Optimization of Multi-Vehicle Cold Chain Logistics Distribution Paths Considering Traffic Congestion,” *Symmetry (Basel)*, vol. 17, no. 1, p. 89, Jan. 2025, doi: 10.3390/sym17010089.

[4] M. Hoffelner, J. Kopeinig, and P. Schieler, “The future of freight: Evaluating the environmental and economic benefits of diesel, LNG, and electric trucks in multimodal transport,” *Research in Transportation Business & Management*, vol. 59, p. 101319, Mar. 2025, doi: 10.1016/j.rtbm.2025.101319.

[5] B. Bencharif, M. A. Beghoura, and E. Demir, “The Volume-Based Pollution-Routing Problem with Time Windows: A Case Study,” *Modelling*, vol. 6, no. 1, p. 6, Jan. 2025, doi: 10.3390/modelling6010006.

[6] M.-J. Perez, T. Chargui, and D. Trentesaux, “Improving the environmental impact of empty containers in water-road hubs: a

- physical internet approach,” *IFAC-PapersOnLine*, vol. 58, no. 19, pp. 682–687, 2024, doi: 10.1016/j.ifacol.2024.09.221.
- [7] B. Barakat *et al.*, “Assessing the Impact of Green Training on Sustainable Business Advantage: Exploring the Mediating Role of Green Supply Chain Practices,” *Sustainability*, vol. 15, no. 19, p. 14144, Sep. 2023, doi: 10.3390/su151914144.
- [8] M. Sherafati, M. Bashiri, R. Tavakkoli-Moghaddam, and M. S. Pishvae, “Achieving sustainable development of supply chain by incorporating various carbon regulatory mechanisms,” *Transp Res D Transp Environ*, vol. 81, p. 102253, Apr. 2020, doi: 10.1016/j.trd.2020.102253.
- [9] R. R. de Freitas, M. de A. D’Agosto, and L. G. Marujo, “Methodological Proposal for Recognition Systems in Sustainable Freight Transport,” *Sustainability*, vol. 13, no. 13, p. 7511, Jul. 2021, doi: 10.3390/su13137511.
- [10] M. J. Page *et al.*, “Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas,” *Rev Esp Cardiol*, vol. 74, no. 9, pp. 790–799, Sep. 2021, doi: 10.1016/j.recsep.2021.06.016.
- [11] L. Shamsseer *et al.*, “Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015: elaboration and explanation,” *BMJ*, vol. 349, no. jan02 1, pp. g7647–g7647, Jan. 2015, doi: 10.1136/bmj.g7647.
- [12] L. Yang, Y. Gao, Y. Sun, and J. Li, “Two-Phase Hybrid Search Algorithm for Time-Dependent Cold Chain Logistics Route Considering Carbon Emission and Traffic Congestion,” *IEEE Access*, vol. 12, pp. 95128–95151, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3425409.
- [13] L. M. Oliveri, D. D’Urso, N. Trapani, and F. Chiacchio, “Electrifying Green Logistics: A Comparative Life Cycle Assessment of Electric and Internal Combustion Engine Vehicles,” *Energies (Basel)*, vol. 16, no. 23, p. 7688, Nov. 2023, doi: 10.3390/en16237688.
- [14] Y. Wang, Z. Yu, and Y. Hou, “The Effects of Environmental Regulation and Low-Carbon Logistics Capacity on the Level of New Urbanization in Six Central Provinces of China,” *Sustainability*, vol. 14, no. 19, p. 12686, Oct. 2022, doi: 10.3390/su141912686.
- [15] K. Zaman *et al.*, “Transportation-Induced Carbon Emissions Jeopardize Healthcare Logistics Sustainability: Toward a Healthier Today and a Better Tomorrow,” *Logistics*, vol. 6, no. 2, p. 27, Apr. 2022, doi: 10.3390/logistics6020027.
- [16] R. Basso, B. Kulcsár, I. Sanchez-Diaz, and X. Qu, “Dynamic stochastic electric vehicle routing with safe reinforcement learning,” *Transp Res E Logist Transp Rev*, vol. 157, p. 102496, Jan. 2022, doi: 10.1016/j.tre.2021.102496.
- [17] M. J. du Plessis, J. van Eeden, L. Goedhals-Gerber, and J. Else, “Calculating Fuel Use and Emissions for Refrigerated Road Transport Using Real-World Data,” *Transp Res D Transp Environ*, vol. 117, p. 103623, Apr. 2023, doi: 10.1016/j.trd.2023.103623.
- [18] H. Li and M. Alakula, “The optimal capacity expansion planning for the terminals of the logistics company,” *Appl Energy*, vol. 374, p. 124005, Nov. 2024, doi: 10.1016/j.apenergy.2024.124005.
- [19] A. Efimova and M. Saini, “Assessing carbon emissions reduction by incorporating automated monitoring system during transit: a case study,” *Acta logistica*, vol. 10, no. 1, pp. 79–88, Mar. 2023, doi: 10.22306/al.v10i1.357.
- [20] A. A. Bengue, S. A. Alavi-Borazjani, V. Chkoniya, J. L. Cacho, and M. Fiore, “Prioritizing Criteria for Establishing a Green Shipping Corridor Between the Ports of Sines and Luanda Using Fuzzy AHP,” *Sustainability*, vol. 16, no. 21, p. 9563, Nov. 2024, doi: 10.3390/su16219563.
- [21] G. Wilson, B. Horsey, and R. Stone, “Implementing concepts from green logistics in the turkey production supply chain,” *Frontiers in Sustainability*, vol. 5, Jul. 2024, doi: 10.3389/frsus.2024.1416964.
- [22] Y. Guo, Q. Shi, and C. Guo, “A Fuzzy Robust Programming Model for Sustainable Closed-Loop Supply Chain Network Design with Efficiency-Oriented Multi-Objective Optimization,” *Processes*, vol. 10, no. 10, p. 1963, Sep. 2022, doi: 10.3390/pr10101963.
- [23] O. Generalov, “ANALYSIS OF MODERN TRENDS AND OPPORTUNITIES IN THE LOGISTICS CHANNELS OF ENERGY PRODUCTS PRODUCERS,” *Baltic Journal of Economic Studies*, vol. 10, no. 1, pp. 39–43, Apr. 2024, doi: 10.30525/2256-0742/2024-10-1-39-43.
- [24] R. Y. Sujanto, S. L. Kao, and M. F. Yang, “Multicriteria Assessment of Green Logistics in Taiwan’s Maritime Freight Transport: Green Packaging and Green Transportation as Driving Aspects,” *TransNav, the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, vol. 18, no. 1, pp. 35–44, 2024, doi: 10.12716/1001.18.01.02.
- [25] H. Peng, Y. Sun, J. Hao, C. An, and L. Lyu, “Carbon emissions trading in ground transportation: Status quo, policy analysis, and outlook,” *Transp Res D Transp Environ*, vol. 131, p. 104225, Jun. 2024, doi: 10.1016/j.trd.2024.104225.
- [26] L. Vukić, T. Poletan Jugović, G. Guidi, and R. Oblak, “Model of Determining the Optimal, Green Transport Route among Alternatives: Data Envelopment Analysis Settings,” *J Mar Sci Eng*, vol. 8, no. 10, p. 735, Sep. 2020, doi: 10.3390/jmse8100735.
- [27] X. Zhu and Y. Yang, “Big Data Analytics for Improving Financial Performance and Sustainability,” *Journal of Systems Science and Information*, vol. 9, no. 2, pp. 175–191, May 2021, doi: 10.21078/JSSI-2021-175-17.
- [28] H. Rao, J. Li, and X. Sun, “Demand Forecasting and Allocation Optimization of Green Power Grid Supply Chain Based on Machine Learning Algorithm: A Study Based on the Whole-Process Data of Power Grid Materials,” *Sustainability*, vol. 17, no. 3, p. 1247, Feb. 2025, doi: 10.3390/su17031247.
- [29] Apeksha Garg and Sudha Vemaraju, “Green Logistics Management Effect on Sustainable Logistics Performance,” *Journal of Environmental & Earth Sciences*, vol. 7, no. 2, Feb. 2025, doi: 10.30564/jees.v7i2.7685.
- [30] B. Ben Daya, J.-F. Audy, and A. Lamghari, “Real-World Data Simulation Comparing GHG Emissions and Operational Performance of Two Sweeping Systems,” *Logistics*, vol. 8, no. 4, p. 120, Nov. 2024, doi: 10.3390/logistics8040120.
- [31] L. Marrucci, T. Daddi, and F. Iraldo, “Identifying the most sustainable beer packaging through a Life Cycle Assessment,” *Science of The Total Environment*, vol. 948, p. 174941, Oct. 2024, doi: 10.1016/j.scitotenv.2024.174941.
- [32] Y. Guo, X. Wu, H. Ding, and Z. Tian, “Spatial Influence of Digital Economy on Carbon Emission Efficiency of the Logistics Industry across 30 Provinces in China,” *Sustainability*, vol. 16, no. 18, p. 8086, Sep. 2024, doi: 10.3390/su16188086.
- [33] Z. Zhang *et al.*, “Optimization Model and Strategy for Dynamic Material Distribution Scheduling Based on Digital Twin: A Step towards Sustainable Manufacturing,” *Sustainability*, vol. 15, no. 23, p. 16539, Dec. 2023, doi: 10.3390/su152316539.
- [34] Á. Halldórsson and J. Wehner, “Last-mile logistics fulfilment: A framework for energy efficiency,” *Research in Transportation Business & Management*, vol. 37, p. 100481, Dec. 2020, doi: 10.1016/j.rtbm.2020.100481.
- [35] B. S. O. Alsaedi and M. H. Ahelali, “A Sustainable Supply Chain Model with Low Carbon Emissions for Deteriorating Imperfect-Quality Items under Learning Fuzzy Theory,” *Mathematics*, vol. 12, no. 8, p. 1237, Apr. 2024, doi: 10.3390/math12081237.
- [36] P. Mala, M. Palanivel, S. Priyan, A. Jirawattanapanit, G. Rajchakit, and P. Kaewmesri, “Sustainable Supply Chain System for Defective Products with Different Carbon Emission Strategies,” *Sustainability*, vol. 14, no. 23, p. 16082, Dec. 2022, doi: 10.3390/su142316082.
- [37] N. Arshed, K. Hameed, and A. Saher, “An Empirical Analysis of Supply Chain Competitiveness and Cleaner Production,” *Sage Open*, vol. 12, no. 4, Oct. 2022, doi: 10.1177/21582440221130297.
- [38] P. Lou, Z. Zhou, Y. Zeng, and C. Fan, “Vehicle routing problem with time windows and carbon emissions: a case study in logistics distribution,” *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 31, no. 29, pp. 41600–41620, Feb. 2024, doi: 10.1007/s11356-024-31927-9.
- [39] K. Bi, M. Yang, L. Zahid, and X. Zhou, “A New Solution for City Distribution to Achieve Environmental Benefits within the Trend of Green Logistics: A Case Study in China,” *Sustainability*, vol. 12, no. 20, p. 8312, Oct. 2020, doi: 10.3390/su12208312.

- [40] S. Lin and J. Wang, "Driving Factors of Carbon Emissions in China's Logistics Industry," *Pol J Environ Stud*, vol. 31, no. 1, pp. 163–177, Dec. 2021, doi: 10.15244/pjoes/139304.
- [41] T. Xia, S. Li, Y. Ma, Y. Choi, and H. Lee, "Sustainable Governance on the Belt and Road Initiative Toward a Carbon-Zero, Regional, Eco-Friendly Logistics Hub: A Difference-In-Differences Perspective," *Systems*, vol. 12, no. 12, p. 532, Nov. 2024, doi: 10.3390/systems12120532.
- [42] M. Safaei, S. Al Dawsari, and K. Yahya, "Optimizing Multi-Channel Green Supply Chain Dynamics with Renewable Energy Integration and Emissions Reduction," *Sustainability*, vol. 16, no. 22, p. 9710, Nov. 2024, doi: 10.3390/su16229710.
- [43] R. Singh, D. Yadav, S. R. Singh, A. Kumar, and B. Sarkar, "Reduction of carbon emissions under sustainable supply chain management with uncertain human learning," *AIMS Environ Sci*, vol. 10, no. 4, pp. 559–592, 2023, doi: 10.3934/environsci.2023032.
- [44] Y. Teng and B. Feng, "Optimal Channel Structure for Remanufacturing under Cap-and-Trade Regulation," *Processes*, vol. 9, no. 2, p. 370, Feb. 2021, doi: 10.3390/pr9020370.
- [45] Y. Yu, W. Zhu, and Y. Tian, "Green Supply Chain Management, Environmental Degradation, and Energy: Evidence from Asian Countries," *Discrete Dyn Nat Soc*, vol. 2021, pp. 1–14, Aug. 2021, doi: 10.1155/2021/5179964.
- [46] C.-A. Popescu, A. M. Ifrim, C. I. Silvestru, T. G. Dobrescu, and C. Petcu, "An Evaluation of the Environmental Impact of Logistics Activities: A Case Study of a Logistics Centre," *Sustainability*, vol. 16, no. 10, p. 4061, May 2024, doi: 10.3390/su16104061.
- [47] H. T. T. Vu and J. Ko, "Inventory Transshipment Considering Greenhouse Gas Emissions for Sustainable Cross-Filling in Cold Supply Chains," *Sustainability*, vol. 15, no. 9, p. 7211, Apr. 2023, doi: 10.3390/su15097211.
- [48] D. Kannan, R. Solanki, J. D. Darbari, K. Govindan, and J. P.C., "A novel bi-objective optimization model for an eco-efficient reverse logistics network design configuration," *J Clean Prod*, vol. 394, p. 136357, Mar. 2023, doi: 10.1016/j.jclepro.2023.136357.
- [49] I.-F. Chen, P.-Y. Kuo, R.-C. Tsaur, S. Sarkar, and S.-C. Huang, "Risk Analysis of Green Supply Chain Using a Hybrid Multi-Criteria Decision Model: Evidence from Laptop Manufacturer Industry," *Axioms*, vol. 11, no. 12, p. 668, Nov. 2022, doi: 10.3390/axioms11120668.
- [50] S. Songkhwan, C. Meathawiroon, and A. Thunyachairat, "The influence of lean manufacturing and green supply chain management on firm performance: the mediating role of supply chain resilience," *Production Engineering Archives*, vol. 31, no. 1, pp. 41–53, Mar. 2025, doi: 10.30657/pea.2025.31.4.
- [51] J. Čamaj, Z. Bulková, and J. Gašparík, "Material Flow Optimization as a Tool for Improving Logistics Processes in the Company," *Applied Sciences*, vol. 15, no. 6, p. 3116, Mar. 2025, doi: 10.3390/app15063116.
- [52] D. Nam and M. Park, "Improving the Operational Efficiency of Parcel Delivery Network with a Bi-Level Decision Making Model," *Sustainability*, vol. 12, no. 19, p. 8042, Sep. 2020, doi: 10.3390/su12198042.
- [53] A. Tunı and A. Rentizelas, "Improving environmental sustainability in agri-food supply chains: Evidence from an eco-intensity-based method application," *Cleaner Logistics and Supply Chain*, vol. 5, p. 100081, Dec. 2022, doi: 10.1016/j.clscn.2022.100081.
- [54] A. Kumar and K. Kumar, "An uncertain sustainable supply chain network design for regulating greenhouse gas emission and supply chain cost," *Cleaner Logistics and Supply Chain*, vol. 10, p. 100142, Mar. 2024, doi: 10.1016/j.clscn.2024.100142.
- [55] A. Y. Uemura Reche, O. Canciglieri Junior, A. L. Szejka, and M. Rudek, "Proposal for a Preliminary Model of Integrated Product Development Process Oriented by Green Supply Chain Management," *Sustainability*, vol. 14, no. 4, p. 2190, Feb. 2022, doi: 10.3390/su14042190.
- [56] K. K. Zadeh, F. Harsej, M. Sadeghpour, and M. M. Aghdam, "Designing a multi-echelon closed-loop supply chain with disruption in the distribution centers under uncertainty," *Journal of Industrial and Management Optimization*, vol. 19, no. 4, pp. 2582–2615, 2023, doi: 10.3934/jimo.2022057.
- [57] P. Gupta, K. Govindan, M. K. Mehlaawat, and A. Khaitan, "Multiobjective capacitated green vehicle routing problem with fuzzy time-distances and demands split into bags," *Int J Prod Res*, vol. 60, no. 8, pp. 2369–2385, Apr. 2022, doi: 10.1080/00207543.2021.1888392.
- [58] S. U. Rehman, H. Elrehail, M. Poulin, M. D. Shamout, and H. M. Alzoubi, "Green managerial practices and green performance: A serial mediation model," *International Journal of Innovation Studies*, vol. 7, no. 3, pp. 196–207, Sep. 2023, doi: 10.1016/j.ijis.2022.12.004.
- [59] W. Yi, Z. Feng, C. Tan, and Y. Yang, "Green Supply Chain Management with Nash Bargaining Loss-Averse Reference Dependence," *Mathematics*, vol. 9, no. 24, p. 3154, Dec. 2021, doi: 10.3390/math9243154.
- [60] H. A. Mahdiraji, K. Govindan, S. Madadi, and J. Arturo Garza-Reyes, "Coordination in a closed-loop sustainable supply chain considering dual-channel and cost-sharing contract: Evidence from an emerging economy," *Journal of the Operational Research Society*, vol. 74, no. 11, pp. 2362–2381, Nov. 2023, doi: 10.1080/01605682.2022.2147032.
- [61] A. R. Mishra, P. Rani, M. Deveci, I. Gokasar, D. Pamucar, and K. Govindan, "Interval-valued Fermatean fuzzy heronian mean operator-based decision-making method for urban climate change policy for transportation activities," *Eng Appl Artif Intell*, vol. 124, p. 106603, Sep. 2023, doi: 10.1016/j.engappai.2023.106603.
- [62] A. Bhavsar, C. Diallo, and M. A. Ülkü, "Towards sustainable development: Optimal pricing and sales strategies for retailing fair trade products," *J Clean Prod*, vol. 286, p. 124990, Mar. 2021, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.124990.
- [63] H. Mina, D. Kannan, S. M. Gholami-Zanjani, and M. Biuki, "Transition towards circular supplier selection in petrochemical industry: A hybrid approach to achieve sustainable development goals," *J Clean Prod*, vol. 286, p. 125273, Mar. 2021, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.125273.
- [64] W. Simmou, K. Govindan, I. Sameer, K. Hussainey, and S. Simmou, "Doing good to be green and live clean! - Linking corporate social responsibility strategy, green innovation, and environmental performance: Evidence from Maldivian and Moroccan small and medium-sized enterprises," *J Clean Prod*, vol. 384, p. 135265, Jan. 2023, doi: 10.1016/j.jclepro.2022.135265.
- [65] Y. Hou, P. Guo, D. Kannan, and K. Govindan, "Optimal eco-label choice strategy for environmentally responsible corporations considering government regulations," *J Clean Prod*, vol. 418, p. 138013, Sep. 2023, doi: 10.1016/j.jclepro.2023.138013.
- [66] D. Kannan, R. Solanki, A. Kaul, and P. C. Jha, "Barrier analysis for carbon regulatory environmental policies implementation in manufacturing supply chains to achieve zero carbon," *J Clean Prod*, vol. 358, p. 131910, Jul. 2022, doi: 10.1016/j.jclepro.2022.131910.
- [67] M. K. Anser *et al.*, "The Role of Technological Innovation in a Dynamic Model of the Environmental Supply Chain Curve: Evidence from a Panel of 102 Countries," *Processes*, vol. 8, no. 9, p. 1033, Aug. 2020, doi: 10.3390/pr8091033.
- [68] C. Wang, Md. M. Rahman, A. B. Siddik, Z. G. Wen, and F. A. Sobhani, "Exploring the synergy of logistics, finance, and technology on innovation," *Sci Rep*, vol. 14, no. 1, p. 21918, Sep. 2024, doi: 10.1038/s41598-024-72409-9.
- [69] W. Suksanchananun, S. Kot, W. Chaiyasoonthorn, and S. Chaveesuk, "The model of White Supply Chain Management for sustainable performance in the food industry," *Equilibrium. Quarterly Journal of Economics and Economic Policy*, vol. 19, no. 4, pp. 1405–1448, Dec. 2024, doi: 10.24136/eq.3328.
- [70] A. Paul and B. C. Giri, "Green sustainable supply chain under cap and trade regulation involving government introspection," *RAIRO - Operations Research*, vol. 56, no. 2, pp. 769–794, Mar. 2022, doi: 10.1051/ro/2022009.
- [71] R. Ma and Y. J. Kim, "Tracing the evolution of green logistics: A latent dirichlet allocation based topic modeling technology and

- roadmapping,” *PLoS One*, vol. 18, no. 8, p. e0290074, Aug. 2023, doi: 10.1371/journal.pone.0290074.
- [72] S. Nazari-Shirkouhi, M. Tavakoli, K. Govindan, and S. Mousakhani, “A hybrid approach using Z-number DEA model and Artificial Neural Network for Resilient supplier Selection,” *Expert Syst Appl*, vol. 222, p. 119746, Jul. 2023, doi: 10.1016/j.eswa.2023.119746.
- [73] M. Demartini, M. Ferrari, K. Govindan, and F. Tonelli, “The transition to electric vehicles and a net zero economy: A model based on circular economy, stakeholder theory, and system thinking approach,” *J Clean Prod*, vol. 410, p. 137031, Jul. 2023, doi: 10.1016/j.jclepro.2023.137031.
- [74] M. Huang, K. M. Y. Law, and Z. Ouyang, “Sustainable human resource management practices and corporate sustainable supply chain: the moderating role of firm technology orientation,” *Enterp Inf Syst*, vol. 18, no. 6, Jun. 2024, doi: 10.1080/17517575.2024.2351862.
- [75] M. Barahona Varón, C. Tellez, and C. A. Tellez, “Consumo responsable: Un análisis bibliométrico de redes,” *Panorama Económico*, vol. 31, no. 2, pp. 116–138, Apr. 2023, doi: 10.32997/pe-2023-4573.
- [76] P. Dogliani, A. N. Ruas Rego Canha, A. M. Elberry, and J. Thakur, “Multi-option analytical modeling of leveled costs across various hydrogen supply chain nodes,” *Int J Hydrogen Energy*, vol. 70, pp. 737–755, Jun. 2024, doi: 10.1016/j.ijhydene.2024.05.142.
- [77] F. A. F. Ferreira, R. W. Spahr, M. A. Sunderman, K. Govindan, and I. Meidutė-Kavaliauskienė, “Urban blight remediation strategies subject to seasonal constraints,” *Eur J Oper Res*, vol. 296, no. 1, pp. 277–288, Jan. 2022, doi: 10.1016/j.ejor.2021.03.045.
- [78] C. Wu, Y. Xiao, X. Zhu, and G. Xiao, “Study on Multi-Objective Optimization of Logistics Distribution Paths in Smart Manufacturing Workshops Based on Time Tolerance and Low Carbon Emissions,” *Processes*, vol. 11, no. 6, p. 1730, Jun. 2023, doi: 10.3390/pr11061730.
- [79] X. Ren, X. Jiang, L. Ren, and L. Meng, “A multi-center joint distribution optimization model considering carbon emissions and customer satisfaction,” *Mathematical Biosciences and Engineering*, vol. 20, no. 1, pp. 683–706, 2022, doi: 10.3934/mbe.2023031.
- [80] S. A. R. Khan, Y. Zhang, and S. Nathaniel, “Green supply chain performance and environmental sustainability: A panel study,” *Logforum*, vol. 16, no. 1, pp. 141–159, Mar. 2020, doi: 10.17270/J.LOG.2020.394.
- [81] P. Rani, D. Pamucar, A. R. Mishra, I. M. Hezam, J. Ali, and S. K. H. Ahammad, “An integrated interval-valued Pythagorean fuzzy WISP approach for industry 4.0 technology assessment and digital transformation,” *Ann Oper Res*, vol. 342, no. 2, pp. 1235–1274, Nov. 2024, doi: 10.1007/s10479-023-05355-w.
- [82] Y. Li, D. Kannan, P. C. Jha, K. Garg, J. Darbari, and N. Agarwal, “Design of a multi echelon product recovery embedded reverse logistics network for multi products and multi periods,” *Ann Oper Res*, vol. 323, no. 1–2, pp. 131–152, Apr. 2023, doi: 10.1007/s10479-018-2776-4.
- [83] A. Jamalnia, Y. Gong, and K. Govindan, “Sub-supplier’s sustainability management in multi-tier supply chains: A systematic literature review on the contingency variables, and a conceptual framework,” *Int J Prod Econ*, vol. 255, p. 108671, Jan. 2023, doi: 10.1016/j.ijpe.2022.108671.
- [84] A. Mahmoudi, K. Govindan, D. Shishebori, and R. Mahmoudi, “Product pricing problem in green and non-green multi-channel supply chains under government intervention and in the presence of third-party logistics companies,” *Comput Ind Eng*, vol. 159, p. 107490, Sep. 2021, doi: 10.1016/j.cie.2021.107490.
- [85] A. Roshani, M. Paolucci, D. Giglio, M. Demartini, F. Tonelli, and M. A. Dulebenets, “The capacitated lot-sizing and energy efficient single machine scheduling problem with sequence dependent setup times and costs in a closed-loop supply chain network,” *Ann Oper Res*, vol. 321, no. 1–2, pp. 469–505, Feb. 2023, doi: 10.1007/s10479-022-04783-4.
- [86] V. Di Pasquale, R. Iannone, M. E. Nenni, and S. Riemma, “A model for green order quantity allocation in a collaborative supply chain,” *J Clean Prod*, vol. 396, p. 136476, Apr. 2023, doi: 10.1016/j.jclepro.2023.136476.
- [87] B. Han, M. Zheng, L. Fan, and W. Shi, “Mechanism of governance pressures, green production and collaboration on the performance of maritime supply chain: Evidence from the moderating effect of government subsidies,” *Research in Transportation Business & Management*, vol. 43, p. 100820, Jun. 2022, doi: 10.1016/j.rtbm.2022.100820.
- [88] A. H. Ali, A. Melkonyan, B. Noche, and T. Gruchmann, “Developing a Sustainable Logistics Service Quality Scale for Logistics Service Providers in Egypt,” *Logistics*, vol. 5, no. 2, p. 21, Apr. 2021, doi: 10.3390/logistics5020021.
- [89] M. R. Aliyasyah and A. Y. Ridwan, “Designing a green supply chain management monitoring system based on ISO 14001 and SCOR,” 2023, p. 040012, doi: 10.1063/5.0158276.
- [90] J. Sulistio and M. Sugarindra, “Research opportunities on energy supply chain management,” 2023, p. 130013, doi: 10.1063/5.0105493.
- [91] S. E. Alexandrou, P. M. Panayides, D. A. Tsouknidis, and A. E. Alexandrou, “Green supply chain management strategy and financial performance in the shipping industry,” *Maritime Policy & Management*, vol. 49, no. 3, pp. 376–395, Apr. 2022, doi: 10.1080/03088839.2021.1883141.
- [92] N. Pachar, J. D. Darbari, K. Govindan, and P. C. Jha, “Sustainable performance measurement of Indian retail chain using two-stage network DEA,” *Ann Oper Res*, vol. 315, no. 2, pp. 1477–1515, Aug. 2022, doi: 10.1007/s10479-021-04088-y.
- [93] Y. Yu, S. Zhou, and Y. Shi, “Information sharing or not across the supply chain: The role of carbon emission reduction,” *Transp Res E Logist Transp Rev*, vol. 137, p. 101915, May 2020, doi: 10.1016/j.tre.2020.101915.
- [94] Y. Du, H. Huang, H. Liu, J. Zhao, and Q. Yang, “Life Cycle Assessment of Abandonment of Onshore Wind Power for Hydrogen Production in China,” *Sustainability*, vol. 16, no. 13, p. 5772, Jul. 2024, doi: 10.3390/su16135772.
- [95] Z. Wu, P. Lou, J. Hu, Y. Zeng, and C. Fan, “An Adaptive Large Neighborhood Search for a Green Vehicle Routing Problem with Depot Sharing,” *Mathematics*, vol. 13, no. 2, p. 214, Jan. 2025, doi: 10.3390/math13020214.
- [96] L. Liu, Z. Long, C. Kou, H. Guo, and X. Li, “Evaluation of the Environmental Cost of Integrated Inbound Logistics: A Case Study of a Gigafactory of a Chinese Logistics Firm,” *Sustainability*, vol. 15, no. 15, p. 11520, Jul. 2023, doi: 10.3390/su151511520.
- [97] S. Zong and N. Huang, “Optimal financing decision with financial constraints for a manufacturer in a low-carbon supply chain,” *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 30, no. 37, pp. 86998–87015, Jul. 2023, doi: 10.1007/s11356-023-28173-w.
- [98] J. Heidary Dahooie, A. Zamani Babgohari, I. Meidutė-Kavaliauskienė, and K. Govindan, “Prioritising sustainable supply chain management practices by their impact on multiple interacting barriers,” *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, vol. 28, no. 3, pp. 267–290, Apr. 2021, doi: 10.1080/13504509.2020.1795004.