

# REVISTA R I D I N G

Revista de Investigaciones, Desarrollo e Innovación en Ingenierías

Barrancabermeja - Colombia

REVISTA PARA LA DIFUSIÓN Y DIVULGACIÓN DE AVANCES DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN

ISSN 2590-5929



VOL. 9 NÚMERO 2



ESCUELA DE INGENIERÍA  
DE PRODUCCIÓN

**GREI**  
GRUPO REACTIVO  
E INNOVACIÓN  
Y PRODUCTIVIDAD

## INSTITUTO UNIVERSITARIO DE LA PAZ

Ing. OSCAR ORLANDO PORRAS ATENCIA. PhD.  
Rector

Biol. KELLY CRISTINA TORRES ANGULO. Mag.  
Vicerrectora

Ing. ANGÉLICA MARÍA CERVANTES ORDÓÑEZ. Mag.  
Directora de la Escuela de Ingeniería de Producción

Ing. KAREN VANESSA MATEUS CALDERÓN.  
Coordinadora de Investigación y Proyección Social  
Escuela de Ingeniería de Producción

Ing. GISEL ANDREA OVIEDO CORREDOR. Mag.  
Editora

## COMITÉ EDITORIAL

Ing. Angélica María Cervantes Ordóñez. Mag.  
MVZ. Carlos Augusto Vásquez Rojas. Mag.  
Ing. Karen Vanessa Mateus Calderón.  
Ing. Gisel Andrea Oviedo Corredor. Mag.

## DISEÑADORA

Tec. María del Pilar Giraldo Castrillón

Sitio en línea:  
<https://revistas.unipaz.edu.co/index.php/RIDING>

## CONTENIDO

<i>Diseño, socialización e implementación de un programa de orden y aseo en talleres de una empresa logística.....</i>	<b>1</b>
<i>M.F. Gómez Mojica</i>	
<i>Influencia de las campañas educativas ambientales en la disminución de los niveles de contaminación en Bucaramanga.....</i>	<b>10</b>
<i>M.F. Laverde Pinzón, F. Díaz Gómez</i>	
<i>Clasificación y análisis de los problemas generados por la utilización de drones en la última milla: revisión a la literatura.....</i>	<b>18</b>
<i>C.A. Monroy Hernández, K.D. Serrano Arciniegas, J. Núñez Rodríguez</i>	
<i>Utilización de drones para la gestión de almacenes: análisis bibliométrico y revisión de la literatura.....</i>	<b>32</b>
<i>D.J. Díaz Portilla D.V. Márquez Gutiérrez, D. Rey Rueda, L.J. Sanabria Álvarez, J. Núñez Rodríguez</i>	
<i>Comparación entre los modelos del utilitarismo, igualitarismo, comunitarismo, feminismo y libertad con capacidad.....</i>	<b>39</b>
<i>M.A. Pavajeau Cardiles</i>	
<i>Transformación pedagógica con tic: implementación de un curso virtual sobre sistemas de calidad ISO 9001:2015.....</i>	<b>44</b>
<i>J.J. Galvis Cano</i>	

# DISEÑO, SOCIALIZACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE ORDEN Y ASEO EN TALLERES DE UNA EMPRESA LOGÍSTICA

Design, Socialization, and Implementation of a Housekeeping Program in the Workshops of a Logistics Company

María Fernanda Gómez Mojica<sup>1</sup>  
[maria.gomez@unipaz.edu.co](mailto:maria.gomez@unipaz.edu.co)

<sup>1</sup>Instituto Universitario de la Paz, Escuela de Ingeniería de Producción, Grupo de Investigación en Reingeniería, Innovación Y Productividad, GREIP

Recibido: agosto 04 de 2025 – Aceptado: noviembre 25 de 2025

## **Resumen**

Este artículo describe el diseño e implementación de un programa de orden y aseo en los talleres operativos de una empresa logística de exportación de banano, utilizando la metodología japonesa de las 5S como eje estructural. El objetivo fue mejorar las condiciones de trabajo, fortalecer la cultura organizacional, incrementar la seguridad laboral y fomentar la eficiencia operativa. A partir de un diagnóstico inicial general, apoyado en un diagrama de Ishikawa, se identificaron deficiencias en la organización, limpieza y disciplina en las áreas de trabajo. El proyecto se desarrolló en tres fases clave: diagnóstico, intervención y evaluación final, que incluyeron actividades como inspecciones con listas de verificación, capacitaciones, sensibilización del personal y socialización de resultados. Los resultados mostraron avances sustanciales en todos los indicadores asociados al orden, la estandarización y la disciplina, consolidando mejoras sostenibles en el entorno de trabajo. Este estudio evidencia que, con una intervención bien estructurada y el compromiso del personal, es posible lograr transformaciones organizacionales mediante herramientas simples pero efectivas como las 5S.

**Palabras clave:** 5S, mejora continua, orden y aseo, productividad, seguridad, talleres.

## **Abstract**

This article describes the design and implementation of an order and cleanliness program in the operational workshops of a banana-export logistics company, using the Japanese 5S methodology as its structural framework. The objective was to improve working conditions, strengthen organizational culture, enhance occupational safety, and promote operational efficiency. Based on an initial general diagnosis supported by an Ishikawa diagram, deficiencies were identified in organization, cleanliness, and discipline within the work areas. The project was developed through three key phases—diagnosis, intervention, and final evaluation—which included activities such as checklist-based inspections, staff training, awareness-raising sessions, and feedback meetings. The results showed substantial improvements across all indicators related to order, standardization, and discipline, consolidating sustainable enhancements in the work environment. This study demonstrates that, with a well-structured intervention and staff commitment, meaningful organizational transformations can be achieved through simple yet effective tools such as the 5S methodology.

**Keywords:** 5S, continuous improvement, housekeeping, productivity, safety, workshops

## I. INTRODUCCIÓN

El orden y el aseo constituyen pilares fundamentales en cualquier entorno de trabajo, especialmente en áreas donde se desarrollan actividades operativas que involucran herramientas, maquinaria, materiales y desplazamientos constantes. La falta de organización no solo afecta la eficiencia, sino que incrementa los riesgos de accidentes, daños materiales y deterioro del ambiente laboral. En el caso de la empresa logística, dedicada al mantenimiento y adecuación de vehículos y equipos para el sector de exportación de banano, se detectaron múltiples problemáticas en los talleres de trabajo: acumulación de residuos, disposición inadecuada de herramientas, escasa señalización y ausencia de rutinas de limpieza y orden.

Con el fin de dar respuesta a esta situación, se diseñó un programa de orden y aseo basado en la metodología de las 5S, herramienta proveniente del sistema de producción japonés y ampliamente utilizada en procesos de mejora continua. Este tipo de metodologías han demostrado ser efectivas en la prevención de riesgos laborales, el fortalecimiento de la cultura organizacional y la mejora progresiva del entorno físico de trabajo.

El presente artículo no se enmarca como una revisión sistemática, sino como una aplicación práctica de la metodología 5S en el contexto de una empresa del sector exportador. Su propósito es evidenciar cómo herramientas sencillas de gestión visual pueden generar cambios significativos en las condiciones de trabajo, incluso en períodos de intervención de corto alcance. La implementación de programas de orden y aseo sigue siendo relevante en la actualidad, en tanto favorece la seguridad, la eficiencia y la sostenibilidad de los entornos laborales. Este artículo expone el proceso de planeación, ejecución y evaluación del programa, así como los resultados obtenidos y las lecciones aprendidas para futuras implementaciones.

## II. METODOLOGÍA

La implementación del programa de orden y aseo en los talleres de la empresa logística se estructuró en dos grandes etapas: *Diseño e Implementación*; cada etapa contempló actividades planificadas y secuenciales con el fin de garantizar una ejecución participativa y efectiva.

La metodología del proyecto se orientó hacia la mejora de las condiciones del entorno de trabajo, el fortalecimiento de la cultura organizacional y la reducción de riesgos, por lo que no se contempló la medición directa de tiempos de ciclo ni variables cuantitativas asociadas a la productividad. En ese sentido, el impacto de la intervención fue evaluado a partir de

criterios cualitativos, evidencia fotográfica y listas de verificación estructuradas en torno a los principios de las 5S. No obstante, se reconoce que la implementación de la metodología de las 5S contribuye indirectamente a una mayor eficiencia operativa, al minimizar tiempos perdidos por búsqueda de herramientas, prevenir accidentes y optimizar la disposición del espacio de trabajo. Adicionalmente, dado que se trató de una intervención de alcance limitado (tiempo), no fue posible realizar un seguimiento a largo plazo; sin embargo, se establecieron mecanismos de control y sostenibilidad mediante inspecciones periódicas e incentivos institucionales, consignados en los procedimientos del área de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST).

### A. DISEÑO

- 1) **Diagnóstico inicial:** Se realizó un recorrido visual por las diferentes áreas de trabajo de la empresa para determinar aquellas con mayores deficiencias en materia de orden y aseo. Las áreas de los talleres de mecánica (soldadura, chasis, llantería y diésel) y el taller de estructura fueron identificadas como zonas críticas debido a la acumulación de herramientas, residuos y la falta de rutinas de limpieza. A pesar de la naturaleza de sus actividades, estas condiciones no debían mantenerse, por lo que se priorizó su intervención.

Como parte del análisis de esta etapa, se elaboró un Diagrama de Ishikawa general con el fin de identificar las causas raíz de las condiciones detectadas en el conjunto de los talleres. Las causas se agruparon en categorías tradicionales como: materiales, métodos, mano de obra, maquinaria y medio ambiente. Este análisis permitió clasificar los factores que incidían directamente en el desorden y la falta de limpieza, facilitando así el diseño de estrategias correctivas y la priorización de acciones por área.

Cabe aclarar que, dado el enfoque y los alcances del proyecto, se optó por un análisis causal integrado en lugar de construir un diagrama Ishikawa individual para cada taller. Esta decisión obedeció a la naturaleza transversal de muchas de las causas identificadas, las cuales se repetían en las diferentes áreas, y al propósito de generar una intervención común con acciones generales aplicables a todos los espacios críticos. Sin embargo, se reconoce que un análisis específico por puesto de trabajo podría enriquecer futuras implementaciones con mayor nivel de detalle.

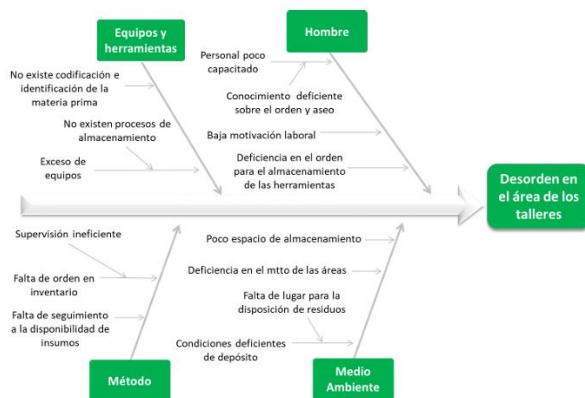


Fig. 1. Diagrama de Ishikawa o de causa y efecto para la problemática de desorden en el área de los talleres de la empresa Logística. Fuente: Elaboración propia

**2) Definición de la metodología y actividades:** Se definió la metodología de trabajo basada en la implementación de las 5S de la calidad. Esta herramienta fue elegida por su enfoque práctico, accesible y ampliamente validado para promover ambientes de trabajo más limpios, organizados, seguros y eficientes. La metodología de las 5S permitió generar cambios visibles y sostenibles a partir de acciones simples, involucrando activamente a los trabajadores en el proceso de mejora continua. Además, su aplicación favoreció la estandarización de procedimientos, la identificación de desperdicios y la reducción de riesgos laborales.

Con base en ello, se diseñó un plan de actividades que incluyó jornadas de clasificación y descarte de herramientas innecesarias, limpieza profunda de los espacios, organización funcional del entorno de trabajo y creación de rutinas diarias de mantenimiento. También se definieron métodos de verificación mediante listas de chequeo, registros fotográficos y observaciones cualitativas.

**3) Socialización con supervisores:** Se realizaron reuniones con los supervisores de las áreas críticas para presentar el programa, su justificación y las actividades programadas. Durante estas sesiones, se definió el plan de limpieza específico para cada taller, incluyendo métodos, herramientas y asignación de responsabilidades.

**4) Inspección inicial:** Se llevó a cabo una inspección directa en las áreas críticas utilizando una lista de verificación suministrada por la ARL SURA. Esta herramienta permitió evaluar de forma estructurada el cumplimiento de los principios de las 5S en cada taller. Los resultados de dicha evaluación fueron registrados mediante calificaciones por cada uno de los cinco componentes (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke) y

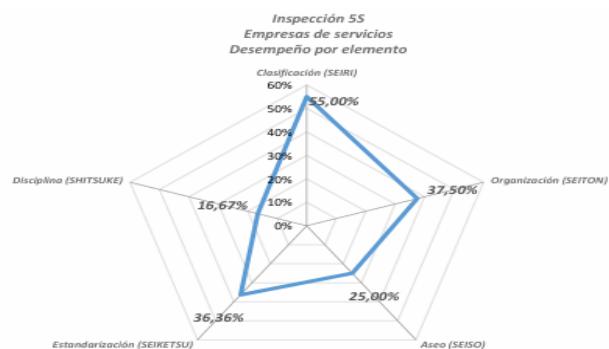
posteriormente resumidos a través de gráficos tipo radar, los cuales facilitaron la visualización del estado inicial de cada área. Además, se documentaron observaciones del personal, recomendaciones y evidencia fotográfica.

TABLA I

### RESUMEN DE RESULTADOS DE INSPECCIÓN 5S INICIAL DEL TALLER DE SOLDADURA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Clasificación (SEIRI)	Puntaje Posible	Puntaje obtenido	% Implementación
Clasificación (SEIRI)	300	165	55,00%
Organización (SEITON)	240	90	37,50%
Aseo (SEISO)	180	45	25,00%
Estandarización (SEIKETSU)	330	120	36,36%
Disciplina (SHITSUKE)	270	45	16,67%
<b>Total</b>	<b>1.320</b>	<b>465</b>	<b>35,23%</b>

Fig. 2. Gráfico de radar de los resultados de inspección 5S inicial del



taller de soldadura. Fuente: Elaboración propia

### RESUMEN DE RESULTADOS DE INSPECCIÓN 5S INICIAL DEL TALLER DE CHASIS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Elemento	Puntaje Posible	Puntaje obtenido	% Implementación
Clasificación (SEIRI)	300	210	70,00%
Organización (SEITON)	240	90	37,50%
Aseo (SEISO)	180	45	25,00%
Estandarización (SEIKETSU)	330	135	40,91%
Disciplina (SHITSUKE)	270	90	33,33%
<b>Total</b>	<b>1.320</b>	<b>570</b>	<b>43,18%</b>

*Inspección 5S*  
 Empresas de servicios  
 Desempeño por elemento

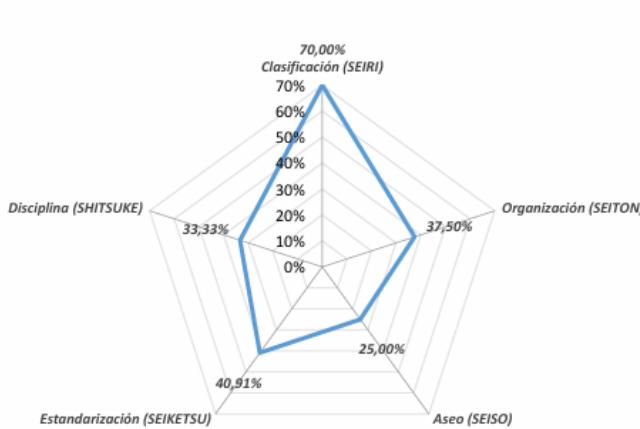


Fig. 3. Gráfico de radar de los resultados de inspección 5S inicial del taller de chasis. Fuente: Elaboración propia

**TABLA III**  
 RESUMEN DE RESULTADOS DE INSPECCIÓN 5S INICIAL DEL TALLER DE LLANTERÍA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Elemento	Puntaje Posible	Puntaje obtenido	% Implementación
Clasificar (SEIRI)	300	225	75,00%
Organización (SEITON)	240	135	56,25%
Aseo (SEISO)	180	60	33,33%
Estandarización (SEIKETSU)	330	120	36,36%
Disciplina (SHITSUKE)	270	120	44,44%
Total	1.320	660	50,00%

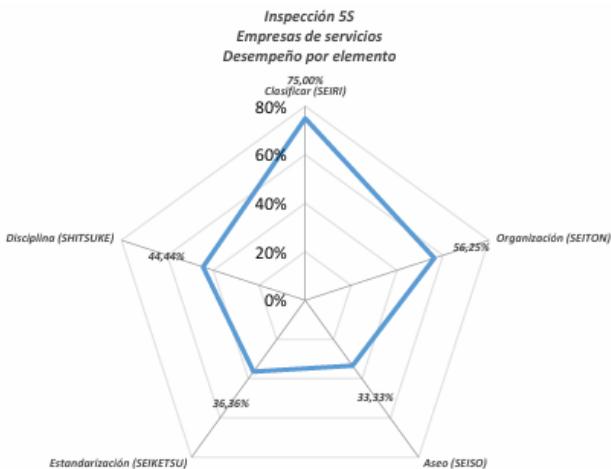


Fig. 4. Gráfico de radar de los resultados de inspección 5S inicial del taller de llantería. Fuente: Elaboración propia

**TABLA IV**  
 RESUMEN DE RESULTADOS DE INSPECCIÓN 5S INICIAL DEL TALLER DE DIESEL. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Elemento	Puntaje Posible	Puntaje obtenido	% Implementación
Clasificación (SEIRI)	300	225	75,00%
Organización (SEITON)	240	90	37,50%
Aseo (SEISO)	180	60	33,33%
Estandarización (SEIKETSU)	330	120	36,36%
Disciplina (SHITSUKE)	270	90	33,33%
Total	1.320	585	44,32%

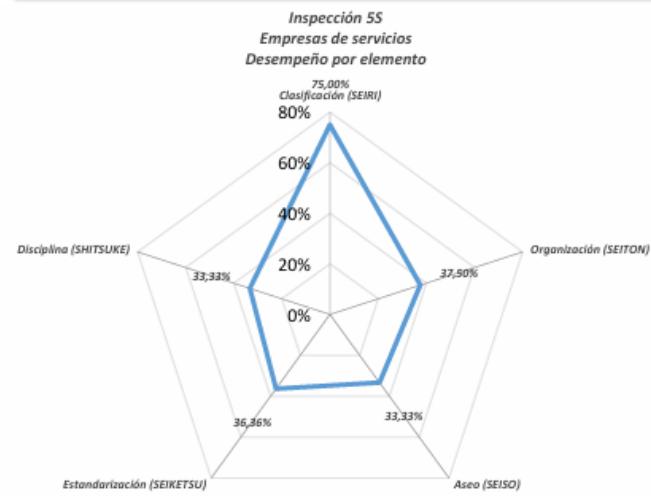


Fig. 5. Gráfico de radar de los resultados de inspección 5S inicial del taller de diésel. Fuente: Elaboración propia

**TABLA V**  
 RESUMEN DE RESULTADOS DE INSPECCIÓN 5S INICIAL DEL TALLER DE ESTRUCTURA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Elemento	Puntaje Posible	Puntaje obtenido	% Implementación
Clasificación (SEIRI)	300	165	55,00%
Organización (SEITON)	240	75	31,25%
Aseo (SEISO)	180	45	25,00%
Estandarización (SEIKETSU)	330	120	36,36%
Disciplina (SHITSUKE)	270	90	33,33%
Total	1.320	495	37,50%

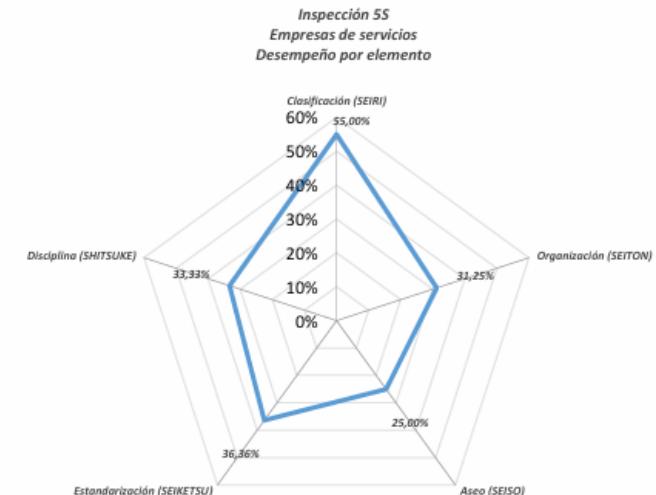


Fig. 6. Gráfico de radar de los resultados de inspección 5S inicial del taller de estructura. Fuente: Elaboración propia

**5) Socialización con gerencia:** Con la información del

diagnóstico y el plan de acción definido, se realizó una presentación a la gerencia con el fin de obtener su aprobación, garantizar el respaldo institucional y asegurar la disponibilidad de recursos necesarios para la implementación.

**6) Capacitación del personal:** Para lograr el éxito del programa fue fundamental la sensibilización de todo el personal involucrado. Se llevaron a cabo jornadas de capacitación enfocadas en los objetivos del programa, la metodología 5S, el rol de cada colaborador y la importancia del compromiso individual y colectivo. Esta fase fortaleció la apropiación de los objetivos y promovió el sentido de pertenencia.

## B. IMPLEMENTACIÓN

**7) Ejecución de actividades:** Se desarrollaron las actividades previstas en el plan, aplicando los principios de las 5S como una filosofía de trabajo. Se promovió el orden y el aseo como un valor diario, y no como una acción esporádica o solo reactiva ante inspecciones. Estas acciones incluyeron limpiezas rutinarias, reorganización de estaciones de trabajo, marcación de zonas, disposición adecuada de residuos, y mantenimientos preventivos.

**8) Inspección final:** Una vez culminadas las actividades, se realizó una nueva ronda de inspecciones en las áreas intervenidas con el fin de medir los avances, validar los logros alcanzados y contrastar con los registros iniciales. Se utilizó nuevamente el formato de verificación suministrado por la ARL SURA, y a partir del diligenciamiento de dicha lista se generaron los gráficos tipo radar, que sirvieron como resumen visual del estado final de cumplimiento en cada uno de los principios de las 5S. También se recolectó evidencia fotográfica para comparar las condiciones antes y después de la intervención.

TABLA VI  
 RESUMEN DE RESULTADOS DE INSPECCIÓN 5S FINAL DEL TALLER DE SOLDADURA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Clasificación (SEIRI)	Puntaje Posible	Puntaje obtenido	% Implementación
Clasificación (SEIRI)	300	270	90,00%
Organización (SEITON)	240	165	68,75%
Aseo (SEISO)	180	105	58,33%
Estandarización (SEIKETSU)	330	330	100,00%
Disciplina (SHITSUKE)	270	210	77,78%
<b>Total</b>	<b>1.320</b>	<b>1.080</b>	<b>81,82%</b>

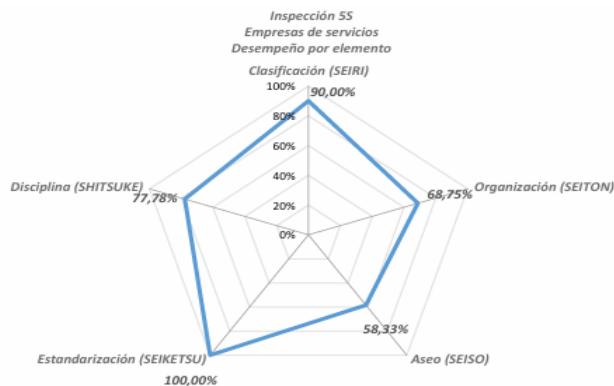


Fig. 7. Gráfico de radar de los resultados de inspección 5S final del taller de soldadura. Fuente: Elaboración propia

TABLA VII

RESUMEN DE RESULTADOS DE INSPECCIÓN 5S FINAL DEL TALLER DE CHASIS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

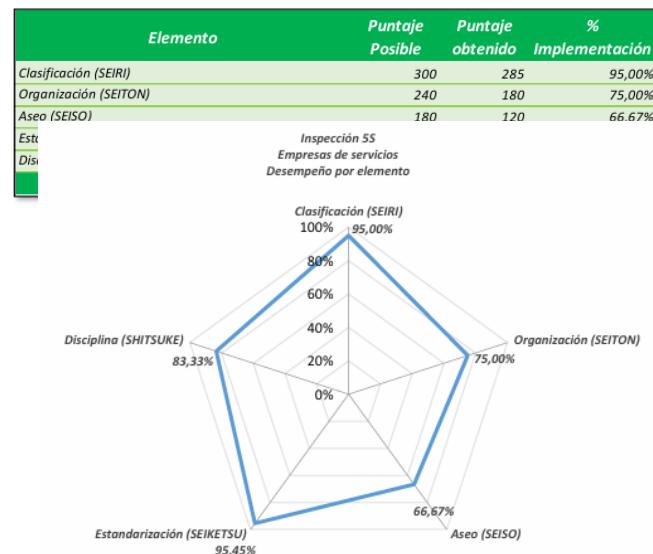


Fig. 8. Gráfico de radar de los resultados de inspección 5S final del taller de chasis. Fuente: Elaboración propia

**TABLA VIII**  
 RESUMEN DE RESULTADOS DE INSPECCIÓN 5S FINAL DEL TALLER DE LLANTERÍA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Elemento	Puntaje Posible	Puntaje obtenido	% Implementación
Clasificar (SEIRI)	300	270	90,00%
Organización (SEITON)	210	165	78,57%
Aseo (SEISO)	180	150	83,33%
Estandarización (SEIKETSU)	330	300	90,91%
Disciplina (SHITSUKE)	270	270	100,00%
<b>Total</b>	<b>1.290</b>	<b>1.155</b>	<b>89,53%</b>

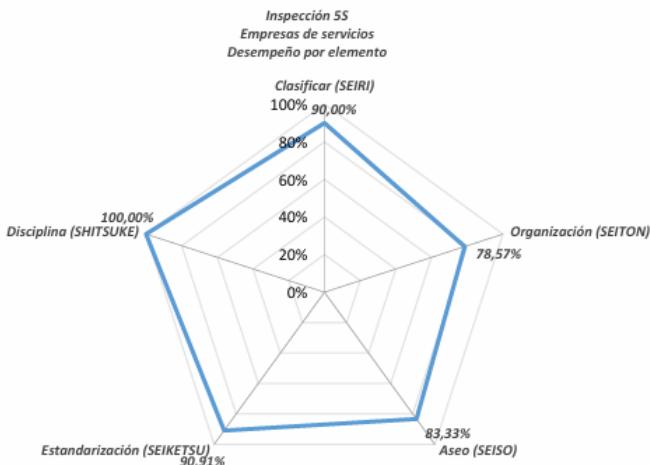


Fig. 9. Gráfico de radar de los resultados de inspección 5S final del taller de llantería. Fuente: Elaboración propia

**TABLA IX**  
 RESUMEN DE RESULTADOS DE INSPECCIÓN 5S FINAL DEL TALLER DE DIESEL. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Elemento	Puntaje Posible	Puntaje obtenido	% Implementación
Clasificación (SEIRI)	300	300	100,00%
Organización (SEITON)	240	195	81,25%
Aseo (SEISO)	180	135	75,00%
Estandarización (SEIKETSU)	330	330	100,00%
Disciplina (SHITSUKE)	270	270	100,00%
<b>Total</b>	<b>1.320</b>	<b>1.230</b>	<b>93,18%</b>

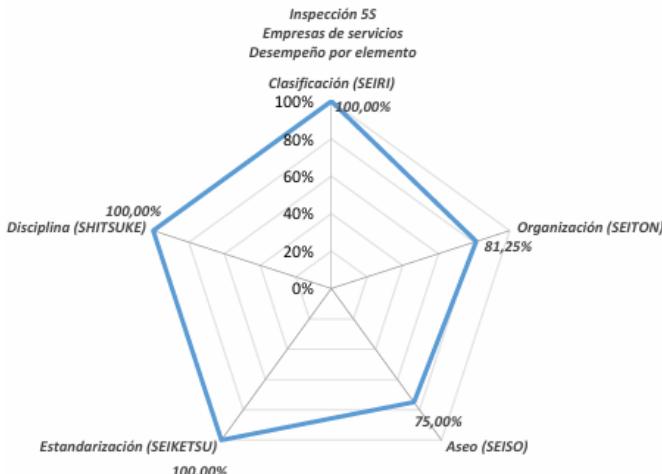


Fig. 10. Gráfico de radar de los resultados de inspección 5S final del taller de diésel. Fuente: Elaboración propia

**TABLA X**  
 RESUMEN DE RESULTADOS DE INSPECCIÓN 5S FINAL DEL TALLER DE ESTRUCTURA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Elemento	Puntaje Posible	Puntaje obtenido	% Implementación
Clasificación (SEIRI)	300	270	90,00%
Organización (SEITON)	240	165	68,75%
Aseo (SEISO)	180	180	100,00%
Estandarización (SEIKETSU)	330	330	100,00%
Disciplina (SHITSUKE)	270	240	88,89%
<b>Total</b>	<b>1.320</b>	<b>1.185</b>	<b>89,77%</b>

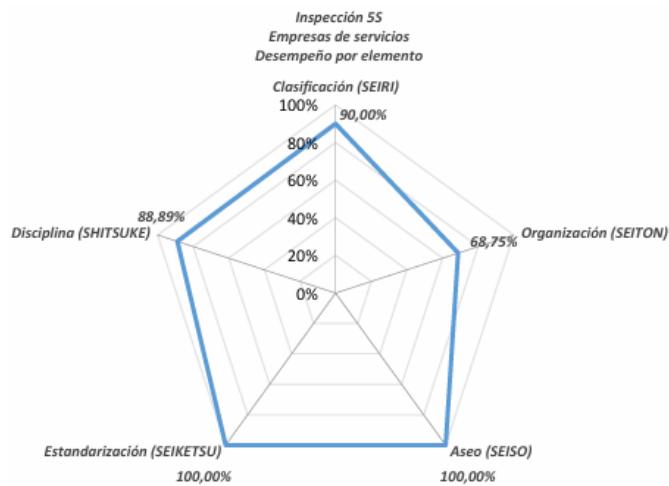


Fig. 11. Gráfico de radar de los resultados de inspección 5S final del taller de estructura. Fuente: Elaboración propia

**9) Socialización de resultados:** Los resultados obtenidos fueron socializados tanto con el personal operativo como con la gerencia. Esta socialización permitió evidenciar los avances logrados, reconocer el trabajo del equipo y reforzar el compromiso con la mejora continua. Se destacó que, aunque los logros fueron significativos, aún existían aspectos por perfeccionar.

**10) Control y seguimiento – Mejora continua:** Finalmente, se estableció un sistema de seguimiento periódico mediante el diligenciamiento de formatos de evaluación e inspección que permitieron monitorear los avances, detectar hallazgos, y generar nuevas propuestas de mejora. El seguimiento incluyó el análisis de indicadores relacionados con seguridad, manejo de residuos, y estado general de las instalaciones. Las observaciones y recomendaciones emitidas buscaron fomentar la sostenibilidad del programa y consolidar el hábito del orden y el aseo como parte de la cultura organizacional.

### III. RESULTADOS

Los resultados obtenidos tras la implementación del programa fueron altamente satisfactorios, evidenciándose mejoras significativas en todos los talleres intervenidos. Se utilizó una lista de verificación estructurada por la ARL SURA para evaluar el cumplimiento de cada una de las 5S

(Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke) antes y después de la intervención. Los datos recolectados fueron representados gráficamente, facilitando la comparación visual y el análisis del impacto.

A continuación, se resumen los hallazgos por cada taller evaluado:

#### A. TALLER DE SOLDADURA



Fig. 12. Gráfico de barras con los resultados de inspección 5S antes y después de la implementación de la metodología en el taller de soldadura. Fuente: Elaboración propia

Se evidenció una mejora significativa en todos los aspectos evaluados. Destaca el incremento en **Shitsuke (Disciplina)**, que pasó de 16.7% a 77.8%, lo cual refleja un cambio importante en los hábitos del personal. También se alcanzó el 100% en **Seiketsu (Estandarización)**, mostrando una apropiación clara de los procesos definidos.

#### B. TALLER DE CHASIS

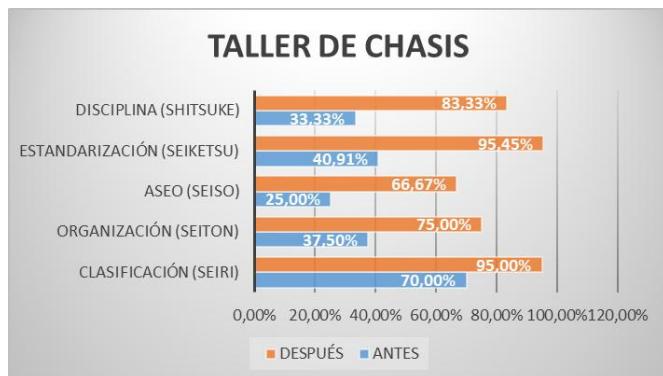


Fig. 13. Gráfico de barras con los resultados de inspección 5S antes y después de la implementación de la metodología en el taller de chasis. Fuente: Elaboración propia

El gráfico anterior muestra un comportamiento de mejora progresiva en todos los criterios para el taller de chasis. Seiri (Clasificación) y Seiketsu (Estandarización) superaron el 90%, y Shitsuke (Disciplina) se fortaleció notablemente, aumentando 50 puntos porcentuales. Esto indica una mayor conciencia del orden y la rutina operativa.

#### C. TALLER DE LLANTERÍA

Los resultados reflejan un progreso uniforme. Las cinco S mejoraron con niveles destacados, especialmente **Shitsuke**, que alcanzó el 100%, y Seiri (Clasificación), que llegó al 90%. Se observa un cambio positivo sostenido en la cultura organizacional del área.

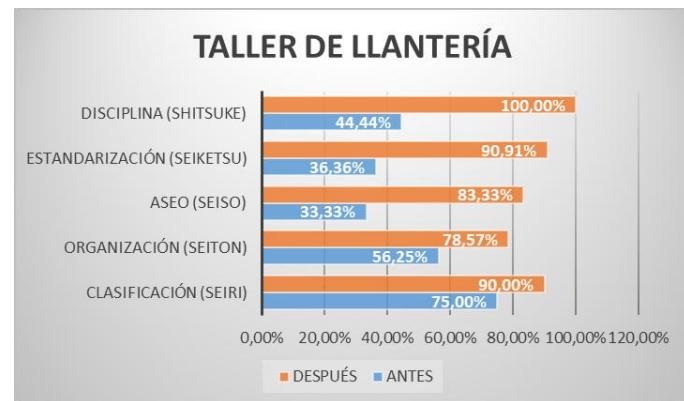


Fig. 14. Gráfico de barras con los resultados de inspección 5S antes y después de la implementación de la metodología en el taller de llantería. Fuente: Elaboración propia

#### D. TALLER DE DIÉSEL

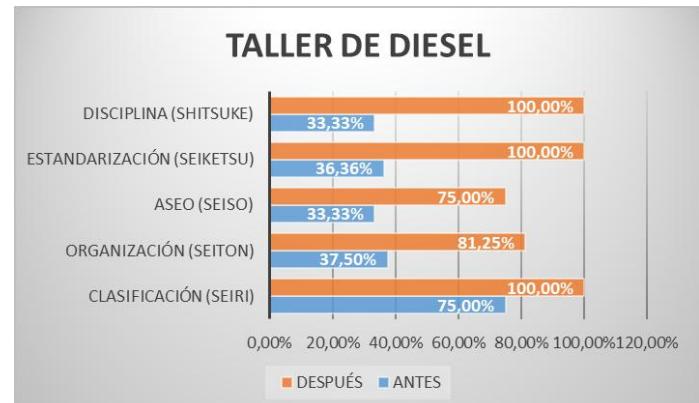


Fig. 15. Gráfico de barras con los resultados de inspección 5S antes y después de la implementación de la metodología en el taller de diésel. Fuente: Elaboración propia

Los niveles de cumplimiento después de la implementación fueron los más altos entre todos los talleres. La mayoría de las S alcanzaron el 100% excepto Seiso (Aseo) y Seiton (Organización), que también superaron el 75%. Esto evidencia una apropiación sobresaliente de la metodología.

#### E. TALLER DE ESTRUCTURA

Se observaron transformaciones significativas. Las cinco S presentaron aumentos de entre 30 y 75 puntos porcentuales. Se alcanzó el 100% en **Seiketsu (Estandarización)** y **Seiso**

(Aseo), demostrando compromiso con la mejora continua y la conservación del entorno de trabajo.



Fig. 16. Gráfico de barras con los resultados de inspección 5S antes y después de la implementación de la metodología en el taller de estructura. Fuente: Elaboración propia

La representación gráfica de los puntajes obtenidos en cada una de las 5S permitió evidenciar de forma clara el impacto positivo de la implementación del programa en todos los talleres intervenidos. En todos los casos, se registraron incrementos sustanciales en los niveles de cumplimiento de cada uno de los componentes evaluados, lo cual refleja no solo una mejora en las condiciones físicas de los espacios, sino también una transformación en la cultura organizacional hacia prácticas más ordenadas, limpias, estandarizadas y disciplinadas.

Adicionalmente, aunque el enfoque del proyecto no contempló la medición directa de variables operativas como los tiempos de ciclo, se espera que las mejoras alcancen influyan positivamente en la eficiencia de las actividades, al reducir tiempos muertos, prevenir errores y facilitar la localización de herramientas y materiales. La experiencia demuestra que, además del impacto sobre la seguridad y la salud en el trabajo, la metodología de las 5S puede generar beneficios en productividad, aun cuando no se haya realizado una medición cuantitativa específica.

#### IV. CONCLUSIONES

El programa de orden y aseo implementado en los talleres de la empresa logística demostró ser una herramienta eficaz para mejorar las condiciones laborales, optimizar procesos y fortalecer la cultura organizacional. La metodología de las 5S resultó adecuada por su sencillez, enfoque participativo y capacidad de generar impactos sostenibles a corto plazo.

Entre los principales logros se destacan:

- Reducción del desorden y la suciedad en los talleres.
- Mejora en la seguridad de las áreas de trabajo.
- Transformación positiva en los hábitos del personal.

- Consolidación de rutinas que favorecen la disciplina operativa.

Diversas experiencias en entornos industriales han demostrado que fortalecer prácticas de orden y aseo no solo mejora las condiciones del entorno físico, sino que también impacta positivamente la cultura organizacional, la eficiencia y la seguridad. Por ello, su implementación es una estrategia válida y pertinente para empresas que buscan avanzar en procesos de mejora continua. Para asegurar su sostenibilidad, el programa fue institucionalizado mediante un sistema de incentivos al taller con mejor desempeño, acompañado de inspecciones periódicas ya establecidas en los procedimientos del Sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST). Asimismo, se recomienda mantener revisiones regulares, establecer indicadores de cumplimiento por área, y fomentar la participación mediante el reconocimiento al esfuerzo colectivo.

#### REFERENCIAS

- F. López García, Programa de Orden y Aseo, Bogotá, Colombia, 2019. [En línea]. Disponible en: <http://www.idep.edu.co/sites/default/files/PG-GTH-13-01%20Programa%20orden%20aseo%20V1.pdf>
- P. Arenas V., Programa de Orden y Aseo de la UNGRD, 2015. [En línea]. Disponible en: <http://www.idep.edu.co/sites/default/files/PG-GTH-13-01%20Programa%20orden%20aseo%20V1.pdf>
- Prevención A.R.T., Orden y Limpieza. [En línea]. Disponible en: <https://www.lenguas.unc.edu.ar/uploads/2-%20Ordenylimpieza.pdf>
- M. Carazo Alcubilla, Accidentes Laborales: Resbalones, Tropiezos, Caídas, 2019. [En línea]. Disponible en: [https://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/accidentes\\_trabajo/es\\_sprl/adjuntos/curso\\_18\\_19\\_accidentes\\_laborales\\_resbalones/etc\\_c.pdf](https://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/accidentes_trabajo/es_sprl/adjuntos/curso_18_19_accidentes_laborales_resbalones/etc_c.pdf)
- Joño, A., Molle, S. y Vásquez, J., “Kaizen para ajustar los procesos productivos con mejora continua en las industrias: una revisión sistemática”, *Ingeniería Sostenible para un Futuro Diverso, Equitativo e Inclusivo al Servicio de la Educación, la Investigación y la Industria para una Sociedad 5.0.*, Costa Rica, 17-19 jul. 2024
- Betalleluz, N., Christian, T. y Carreño, O., “IMPLEMENTACIÓN MANUFACTURA ESBELTA PARA LA REDUCCIÓN DE DESPERDICIOS Y LA MEJORA CONTINUA EN UNA EMPRESA CERVECERA EN HUACHIPA”, *Ingeniería Sostenible para un Futuro Diverso, Equitativo e Inclusivo al Servicio de la Educación, la*

*Investigación y la Industria para una Sociedad 5.0.*, Costa Rica, 17-19 jul. 2024

Solis, A., Villafuerte, A., Coello, A. y Salvador, R., “Impacto de las metodologías de mejora continua en la productividad de la industria metalmecánica: una revisión sistemática de la literatura”, *Ingeniería Sostenible para un Futuro Diverso, Equitativo e Inclusivo al Servicio de la Educación, la Investigación y la Industria para una Sociedad 5.0.*, Costa Rica, 17-19 jul. 2024

A. Zeferino, G. Nascimento, T. Queiroz y J. Souza, “Evaluation of the application of continuous improvement based on the Kaizen concept in Emergency Healthcare Units”, *Meta: Avaliação*, no. 3, pp. 1-22, 2023 [En línea]. Disponible en:

<https://revistas.cesgranrio.org.br/index.php/metaavaliacao/article/view/3806/pdf>

Castillo, N., Velasquez, J. y Vilchez, H., “Mejora continua Lean en una empresa de productos cárnicos”, *Multiconferencia Internacional LACCEI para Ingeniería, Educación y Tecnología.*, Argentina, 17-21 jul. 2023

E. Ortíz, W. García y Y. Ramos, “Propuesta de mejora continua mediante la aplicación de una metodología en una planta camaronera”, *Ingeniería Industrial*, vol. 44, no. 3, pp. 42-58, dic. 2023. Disponible en [http://scielo.sld.cu.biblioteca.unimadridena.edu.co:2048/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-59362023000300042&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu.biblioteca.unimadridena.edu.co:2048/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362023000300042&lng=es&nrm=iso)

J. Ortiz, J. Salas, L. Huayanay, R. Manrique y E. Sobrado, “Modelo de gestión para la aplicación de herramientas Lean Manufacturing para la mejora de la productividad en una empresa de confección de ropa antiflame de Lima – Perú”, *Industrial Data*, Lima, vol. 25, no. 1, pp. 103-135, enero 2022. Disponible en [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1810-99932022000100103&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-99932022000100103&lng=es&nrm=iso)

I. Toscano, E. Brito, S. Moya y M. González, “Homeostasis de la industria de manufactura en Jalisco, México: el kaizen como negentropía en la logística de embarques”, *Tecnura*, Bogotá, vol. 23, no. 62, pp. 21-33, diciembre 2019. Disponible en [http://www.scielo.org.co.biblioteca.unimadridena.edu.co:2048/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-921X2019000400021&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.org.co.biblioteca.unimadridena.edu.co:2048/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-921X2019000400021&lng=en&nrm=iso).

N. Marmolejo, A. Mejía, I. Pérez, M. Caro y J. Rojas, “Mejoramiento mediante herramientas de la manufactura esbelta, en una Empresa de Confecciones”, *Ingeniería*

*Industrial*, La Habana, vol. 37, no. 1, pp. 24-35, abr. 2016. Disponible en [http://scielo.sld.cu.biblioteca.unimadridena.edu.co:2048/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-59362016000100004&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu.biblioteca.unimadridena.edu.co:2048/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362016000100004&lng=es&nrm=iso).

J. Pérez, D. La Rotta, K. Sánchez, Y. Madera, G. Restrepo, M. Rodríguez, J. Vanegas y C. Parra, “Identificación y caracterización de mudas de transporte, procesos, movimientos y tiempos de espera en nueve pymes manufactureras incorporando la perspectiva del nivel operativo”, *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, Arica, vol. 19, no. 3, pp. 396-408, dic. 2011. Disponible en [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-33052011000300009&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052011000300009&lng=es&nrm=iso).

K. Senthil, K. Akila, K. Arun, S. Prabhu y C. Selvakumar, “Implementation of 5S practices in a small scale manufacturing industries”, *Materials Today: Proceedings*, vol 62, no. 4, pp. 1913-1916, 2022. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S22147853200476X>



María Fernanda Gómez Mojica. Ingeniera Industrial egresada de la Universidad del Magdalena (Santa Marta, Colombia) en 2021. Actualmente cursa una Maestría en Logística y Cadena de Suministro en la misma institución. Ha desarrollado experiencia en el sector de exportación de banano, especialmente en el área de mantenimiento de contenedores y optimización de procesos operativos. También ha trabajado en contratación estatal, brindando apoyo en la gestión administrativa y financiera de proyectos públicos. Actualmente se desempeña como docente universitaria en el Instituto Universitario de la Paz. Sus intereses de investigación se centran en la mejora continua, la eficiencia operativa y la implementación de metodologías prácticas para la optimización de procesos productivos y logísticos. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-3273-8484>

# INFLUENCIA DE LAS CAMPAÑAS EDUCATIVAS AMBIENTALES EN LA DISMINUCIÓN DE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN EN BUCARAMANGA

Influence of Environmental Educational Campaigns on the Reduction of Pollution Levels in Bucaramanga

María Fernanda Laverde Pinzón<sup>1</sup>

[mlaverde1@udi.edu.co](mailto:mlaverde1@udi.edu.co)

Fernando Díaz Gómez<sup>1</sup>

[fdiaz10@udi.edu.co](mailto:fdiaz10@udi.edu.co)

<sup>1</sup>Universidad de investigación y desarrollo UDI Bucaramanga

Recibido: septiembre 03 de 2025 – Aceptado: noviembre 25 de 2025

## Resumen

La contaminación del aire es uno de los problemas ambientales importantes en las áreas urbanas, con implicaciones para la salud pública y la sostenibilidad. El estudio es un diseño de investigación descriptivo-correlacional basado en el marco de Sampieri y tiene la intención de analizar el impacto de dos campañas de educación ambiental ("Me Uno al Ciclo del Cambio" y "AMA BucarAMAnga") en la conciencia ambiental, actitudes y comportamientos sostenibles de los ciudadanos de Bucaramanga. Los datos se obtuvieron a través de encuestas y análisis documentales que incorporaron datos tanto cuantitativos como cualitativos. Los resultados mostraron una correlación positiva, pero moderada, entre la participación en las campañas y los comportamientos sostenibles relacionados con el reciclaje y la separación de residuos. Se identificaron limitaciones en las áreas de continuidad, cobertura e integración de políticas. Los hallazgos resaltan la necesidad de estrategias de educación ambiental a largo plazo para promover un cambio de comportamiento duradero y mejorar las iniciativas de sostenibilidad en la ciudad.

**Palabras clave:** contaminación del aire, educación ambiental, comportamiento sostenible, conciencia pública

## Abstract

Air pollution is one of the important environmental problems in urban areas, with implications for public health and sustainability. The study is a descriptive-correlational research design relying on the framework of Sampieri and intends to analyze the impact of two environmental education campaigns ("Me Uno al Ciclo del Cambio" and "AMA BucarAMAnga") on environmental awareness, attitudes, and sustainable behaviors by citizens of Bucaramanga. Data were obtained through surveys and documentary analysis that incorporated both quantitative and qualitative data. The results showed a positive, but moderate, correlation between participation in campaigns and sustainable behaviors relating to recycling and separating waste. Limitations were identified in the areas of continuity, coverage, and policy integration. The findings place the need for more long-term environmental education strategies to promote lasting behavior change and improve sustainability initiatives in the city.

**Keywords:** Air pollution, environmental education, sustainable behavior, public awareness

## I. INTRODUCCIÓN

La contaminación del aire se ha convertido en uno de los principales desafíos ambientales que enfrentan las ciudades en crecimiento, afectando la salud pública, el bienestar ciudadano y el equilibrio ecológico. Bucaramanga, una ciudad en constante desarrollo urbano e industrial, no está exenta de esta problemática. En los últimos años, se ha reportado un incremento en los niveles de contaminación atmosférica, lo que ha generado preocupación entre autoridades y ciudadanía

sobre la necesidad de tomar medidas urgentes para mitigar sus efectos.

Diversos estudios han destacado la relevancia de las campañas educativas como herramientas clave para generar conciencia ambiental y fomentar cambios de comportamiento sostenible. En Bucaramanga, iniciativas como “Me Uno al Ciclo del Cambio” y “AMA Bucaramanga” han buscado informar, sensibilizar y motivar a la población hacia prácticas como el reciclaje, la separación en la fuente y el consumo responsable. Si bien se han evidenciado avances, como el aumento del porcentaje de residuos aprovechados del 3.5% al 5% entre 2021 y 2023, aún existen vacíos de conocimiento respecto a la eficacia real de estas campañas en transformar actitudes y prácticas cotidianas[1], [26], [27].

A pesar de los esfuerzos educativos, la ciudad continúa enfrentando altos niveles de residuos enviados al relleno sanitario El Carrasco, lo cual pone en duda la profundidad del cambio logrado en la ciudadanía. Surge así la necesidad de evaluar de manera crítica el impacto de estas campañas, especialmente en contextos educativos, para identificar qué estrategias están funcionando y qué aspectos requieren fortalecimiento[9], [28], [29].

Este artículo tiene como objetivo general analizar el impacto de al menos dos campañas educativas orientadas a la reducción de la contaminación del aire en Bucaramanga, evaluando su influencia en las actitudes, comportamientos y prácticas sostenibles adoptadas por la población.

Se espera evidenciar que las campañas educativas, cuando están bien estructuradas e integradas a procesos escolares y comunitarios, pueden producir cambios significativos en la conciencia ambiental. También se anticipa encontrar debilidades en la continuidad y cobertura de las campañas, así como oportunidades para potenciar su alcance mediante alianzas y políticas públicas más sólidas[2].

El presente estudio busca contribuir al fortalecimiento de la educación ambiental en Bucaramanga mediante el análisis crítico de experiencias recientes. Los resultados

permitirán, proponer lineamientos para el diseño de campañas más efectivas, sostenibles y adaptadas al contexto local, que impulsen una ciudadanía comprometida con el cuidado del entorno.[11]

## II. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS Y RECOLECCIÓN DE DATOS

De acuerdo con Sampieri, Collado y Lucio (2022), el estudio descriptivo busca especificar propiedades, características y perfiles significativos de personas, grupos o fenómenos. En este caso, describe las percepciones, actitudes y prácticas ambientales de la ciudadanía, específicamente con respecto a las campañas “Me Uno al Ciclo del Cambio” y “AMA Bucaramanga”.

Pero el objetivo no solo se limita a la descripción, sino también al análisis de la relación entre la participación en las campañas educativas y la modificación de comportamientos o actitudes ambientales, en la que se ha de aceptar un punto de vista correlacional, dado que se trata de ver si existe asociación entre el consumo de las campañas y el grado de adopción de prácticas sostenibles.

Por consiguiente, el diseño de la investigación corresponde a un estudio descriptivo-correlacional, puesto que:

Describe los elementos y características de las campañas (comenzando desde los objetivos, la estrategia con la que se desarrollan las campañas, la cobertura de las mismas y la continuidad con la que se organiza la información y se hacen las campañas).

Explora relaciones entre las variables “participación en las campañas” y “actitudes o comportamientos sostenibles”..

En esta investigación se analizó las relaciones existentes entre las campañas de educación ambiental y la disminución de los niveles de contaminación en Bucaramanga, analizando los resultados obtenidos en diferentes programas de educación ambiental y campañas, iniciando con la definición de cada variable y luego procediendo a hallar las relaciones entre estas. Además, se tuvieron en cuenta antecedentes sobre políticas públicas ambientales y su implementación en el contexto local y nacional [10], [30].

### III. RESULTADOS

#### Campaña “Me uno al ciclo del cambio”. 2021

En el presente capítulo se ha podido estudiar la campaña educativa "Me uno al ciclo del cambio". Esta fue puesta en marcha por parte de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB), el 13 de septiembre del 2021, habiéndose encontrado en las fuentes revisadas que no hay una fecha explícita de culminación. Pese a lo anterior, es cierto que se han venido realizando actividades continuas, capacitaciones, entrega de puntos ecológicos o recorridos educativos, lo que pone de manifiesto el carácter a largo plazo que tiene la campaña, así como las intenciones de la misma, de promover cambios sostenibles en los hábitos de la comunidad."En el mes de agosto de 2021, la CDMB dio inicio a la campaña "Me uno al ciclo del cambio". Una invitación para todos los habitantes de los 13 municipios de su jurisdicción y del departamento de Santander para unir fuerzas y/o esfuerzos y transformar hábitos en nuestra cotidianidad que permitan disminuir las toneladas de residuos que llegan al relleno sanitario y generar el mayor aprovechamiento de los residuos sólidos"[4].

Ciertas cifras corresponden a las aproximadamente mil 100 toneladas que diariamente, de acuerdo con las cifras y análisis de 2021, se transferían al relleno sanitario El Carrasco procedentes de los 16 municipios que hacen parte de Santander, de los cuales la mayor parte de residuos lo generaba Bucaramanga y su área metropolitana con más de 900 toneladas por día[20].

Aún más alarmante resulta que en la ciudad solamente se utilice el 3.5% de estos residuos para reciclaje, tal y como refleja el informe más reciente de Bucaramanga Metropolitana Cómo Vamos[21].

En vista de ello y de la actual situación de emergencia sanitaria, la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga -CDMB- promueve la campaña: 'Me uno al ciclo del cambio'[8].proyec

Desde el enfoque de los programas de educación ambiental a los que apoya la Corporación en los 13 municipios desarrollando la participación comunitaria en las diversas actividades y proyectos ambientales

que promueven la protección del medio ambiente, el desarrollo sostenible y el manejo adecuado de los recursos naturales renovables, los municipios muestran el mismo planteamiento como vehículo comunicativo y la autoridad ambiental va direccionando sus estrategias pedagógicas y de sensibilización hacia el fortalecimiento de una cultura ciudadana que debe permitir el manejo adecuado de los residuos sólidos y el aprovechamiento de los mismos[13].

Se realiza una campaña cuyo objetivo es educar, sensibilizar y generar cambios de hábito, orientados a trabajar a partir de las 9R de la economía circular, buscando de esta forma reducir, reciclar, reutilizar, etc., para reducir las toneladas de residuos que se depositan en los rellenos sanitarios. Igualmente, se promueve la valorización de muchos materiales, acciones que van a generar empleo y posibilitar recuperar elementos ya utilizados para volverlos a incorporar en los distintos procesos de la ciudadanía", detalla Juan Carlos Reyes Nova, Director General de la CDMB[15].

Así como la Corporación está fortaleciendo en la comunidad, los temas de la separación en la fuente, economía circular y estrategias ambientales en posconsumo. Ahora bien, dicha ejecución la realiza la Oficina de Gestión Social Ambiental, GESA, a través de la ruta ambiental que transita por los trece municipios, los 'Diálogos Sociales' que se van realizando en cada uno y la sensibilización en la limpieza de las fuentes hídricas, siembra de árboles, escuelas de liderazgo y la capacitación a los Proyectos Ambientales Escolares (PRAES), los Proyectos Ciudadanos y Comunitarios de Educación Ambiental (PROCEDA) y los Comités Técnicos Interinstitucionales de Educación Ambiental (CIDEA)[6]. "Lo que se busca también es que se garanticen por parte de las empresas de aseo las rutas de recolección de manera separadas, las comunidades lo están pidiendo, para que aquellas personas las que hagan la separación de la fuente tengan la certeza que los materiales aprovechables llegarán al sitio adecuado para su correcto manejo y llegarán solamente al relleno sanitario los residuos no aprovechables", afirma Mónica Paola Monsalve, quien es la jefa de la oficina de Gestión Social y Ambiental, GESA, de la CDMB[5]. Igualmente, se están llevando a cabo estrategias de comunicación masiva para llegar al mayor número de ciudadanos con un mensaje clave: tomar conciencia y crear hábitos para ayudar a disminuir la cantidad de residuos sólidos que se disponen en un sitio de disposición final. Debe ser una responsabilidad de todos para todos. A partir de aquí se exponen las acciones de esta campaña[7]. ¡Sepáralo por colores! Se inicia en cada hogar y empresa, separando los residuos en la fuente, de acuerdo con el nuevo código de colores. De acuerdo con el trabajo de campo que tiene la CDMB se está enseñando permanentemente a los hogares

(tabla 1 explicación de separación de residuos según los colores)

Color Blanco:	residuos aprovechables, como plástico, vidrio, metales, papel y cartón.
Color Verde:	residuos orgánicos aprovechables, como cáscaras de frutas, verduras y restos de comida.
Color Negro:	residuos no aprovechables como el papel higiénico, servilletas, papeles y cartones contaminados con comida, papel metalizados, residuos Covid -19 (tapabocas, guantes).

Reflexión sobre las 9R: Se orienta, se está informando sobre las 9R de la economía circular que deben aplicarse en la vida cotidiana: rechazar, reducir, reutilizar, reparar, restaurar, remanufacturar, rediseñar, reciclar, recuperar. Lo que produce un menor consumo, un aprovechamiento de los materiales y una disminución de la cantidad de desechos que llegan a un punto de disposición final.

Consumo Responsable: Se socializan las estrategias ambientales del posconsumo de los residuos que contienen sustancias altamente contaminantes. En este sentido, se socializan: pilas, computadores y partes, medicamentos vencidos, llantas, bombillos fluorescentes y envases de plaguicidas. Por esta razón se comunicará acerca de las campañas especiales para la recogida de este tipo de residuos, que deben recibir una adecuada disposición.

Igualmente los fabricantes de productos e importadores de productos son los que tienen la responsabilidad para establecer canales de devolución para residuos de posconsumo de forma que los consumidores puedan devolver productos que no son útiles. De ahí la importancia de que las empresas digan "Yo me adhiero al ciclo del cambio".

ahora, analizando los datos de aprovechamiento de residuos en bucaramanga en el periodo de funcionamiento de la campaña se encuentra que, según datos oficiales de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB), antes del lanzamiento de la campaña "Me Uno al Ciclo del Cambio" en 2021, Bucaramanga solo aprovechaba el 3.5% de los residuos generados para reciclaje. Para el año 2023, este porcentaje

aumentó al 5%, lo que refleja una mejora, pero aún está por debajo de las metas establecidas.

Sin embargo, en los últimos años, la cantidad de residuos dispuestos en el relleno sanitario El Carrasco ha aumentado. Por ejemplo, entre julio y septiembre de 2024, se recepcionaron 88.980 toneladas de residuos, de las cuales 84.552 toneladas fueron enterradas. Esto indica que, a pesar de los esfuerzos, la generación de residuos sigue siendo alta[17].

Otra manera como se ve impulsada dicha campaña es a través de empresarios y emprendedores de la región, donde adoptan prácticas de aprovisionamiento y de economía circular para la generación de ingresos y, al mismo tiempo, contribuyendo al cuidado de nuestros ecosistemas.

En el 2024, la instancia ambiental trabajaba de manera articulada con más de 150 empresas y establecimientos comerciales 'verdes' de la región, por tanto, los procesos de economía circular han sido robustecidos por proyectos de investigación y ciencia ciudadana que sostienen la cultura ambiental en Bucaramanga [14], [16]. Es el caso de la empresa Cauchos Reciclados de Colombia, cuya representante, Claudia Rojas, contó que "somos un 'negocio verde' dedicado a recolectar, reciclar y recuperar materias primas de llantas en desuso y residuo industrial de calzado. Estamos reutilizando estos materiales en nuevas industrias: asfalto modificado, canchas sintéticas y pisos de seguridad para parques infantiles. En los últimos dos años hemos reducido el ingreso de más de 1.100 toneladas de este tipo de residuos a El Carrasco"[22].

En el marco de los esfuerzos realizados por la Corporación Autónoma Regional para la defensa de la meseta de Bucaramanga (CDMB), en colaboración con el Grupo Retorna y la Corporación Lúmina RAE, se llevó a cabo la 20 jornada de recolección de residuos posconsumo en el área de competencia de la CDMB, los días 6 y 7 de noviembre de 2024, que tenía como objetivo ofrecer una gestión integral de los residuos que recogen las comunidades y sensibilizarlas en la cultura del reciclaje y de la disminución de forma que se mejore la cultura de gestión de residuos. De acuerdo con los resultados consolidados desde cada uno de los puntos de recogida dispuestos en los 13 municipios que abarcan el territorio, se llegó a recoger más de 20 toneladas de residuos. "Estamos muy satisfechos con los resultados obtenidos. Se han superado las metas propuestas en cantidad de residuos y la participación de todos los sectores ha sido activa. Con ello, seguimos avanzando en nuestro compromiso férreo de lograr que la población sea consciente del medio ambiente y promover, mediante distintas estrategias conjuntas, la gestión adecuada de los residuos, para garantizar que tienen una disposición adecuada, productiva y eficiente", manifestó el director de la CDMB, Juan Carlos Reyes Nova. Desde baterías, pilas,

luminarias y aceites vegetales usados, hasta electrodomésticos. "Hoy, más que nunca, tenemos que seguir cuidando nuestra casa común. Saber que hoy, tenemos un relleno sanitario, El

Carrasco, donde no debemos enviar estos elementos porque nos generan impactos negativos sobre el medio ambiente principalmente, sobre el suelo y las fuentes hídricas", manifestó Bladimir Perea Mena, profesional especializado, adscrito a la Oficina de Gestión Social y Ambiental (GES) de la CDMB.

Según los análisis se puede concluir que esta campaña tuvo una influencia muy positiva en la comunidad. Como prueba de esto se tiene que en 2024 la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (Cdm) recibió un importante reconocimiento por parte de la Cámara de Comercio de Bucaramanga, esto debido al apoyo y el compromiso que la entidad santandereana ha tenido con respecto al crecimiento verde de la región. Además, que es una empresa con un compromiso muy notable hacia la lucha contra la contaminación y el cambio climático.

Ahora, cuando nuestros recursos naturales entran en una fase de agotamiento y el cambio climático se impone amenazando a todas las formas de vida, la CDMB insistió en el llamado al desarrollo de la conciencia ambiental como un eje fundamental del proceder y da cuenta que asumirá el compromiso de continuar liderando estrategias educativas que permitan formar una ciudadanía informada y consciente, activar la participación de los ciudadanos en la resolución de problemas, adoptar habilidades y herramientas para la toma de decisiones y propiciar un modo de vida más sostenible. "Estamos incentivando y sensibilizando a la comunidad a unirse al ciclo del cambio. A implementar en sus actividades cotidianas cada una de las R de la economía circular, para reducir el consumo de recursos naturales y minimizar los residuos. Debemos seguir sumando esfuerzos para proteger y conservar nuestra casa común", agregó el director de la CDMB, Reyes Nova[23].

#### Campaña iniciativa AMA Bucaramanga. (2021)

Lanzada en 2021 por la Alcaldía de Bucaramanga en colaboración con WWF Colombia, esta campaña busca transformar la ciudad en el primer laboratorio de educación ambiental del país, con el objetivo de involucrar activamente a la ciudadanía en la solución de problemas ambientales como el manejo de residuos, el desperdicio de alimentos y la contaminación por plásticos.

La propuesta, liderada por la Alcaldía de la "Ciudad

Bonita" y WWF Colombia, está enmarcada dentro del plan de educación ambiental de la ciudad, que busca

involucrar a la ciudadanía para que lleve a cabo acciones que tengan un efecto positivo sobre el planeta. La idea consiste en transformar el amor por la ciudad en un eje de transformación de la cultura ciudadana; esto es, una invitación a los bumangueses a hacer 400 acciones de amor por la ciudad, una por cada época de existencia[28]. "Con esta apuesta queremos que aprender sobre el cuidado de la naturaleza no sólo suceda en las aulas, sino que también sea algo que las personas pueden hacer en su vida cotidiana. Por

primera vez en su historia, la ciudad cuenta con un plan de educación ambiental pensado para 10 años y eso nos tiene que empezar a movilizar, mucho más en este aniversario en que queremos ver a la ciudad linda, con menos basura y más

compromiso ciudadano", afirma María Fernanda Cuartas, asesora ambiental de la Alcaldía[27].

La conveniencia de esta estrategia de educación ambiental es evidente cuando se analiza el potencial de reducción de residuos que tiene la ciudad, en Bucaramanga se generan a diario 530.000 kilogramos de residuos al día y de estos se estima que el 25% es potencialmente aprovechable, por cuanto se trata de materiales como el vidrio, el cartón, el papel, el metal o el plástico. En cualquier caso, Bucaramanga solo presenta un aprovechamiento del 2,88% (cifras a cierre de 2021).

Un panorama similar sucede con los residuos orgánicos que componen el 60% del total de residuos. Si se aprovechan a través de procesos como el compostaje, se reduciría la cantidad de material que recibe el relleno sanitario de El Carrasco, y para lograrlo, es indispensable que la ciudadanía se involucre.

El llamado a los ciudadanos se hará a través de frases basadas en la cultura popular bumanguesa como 'Sí a la tártara y no al plástico', o 'Coma arrecho, pero no desperdicie', las cuales estarán distribuidas en las estaciones del Metro Línea, en redes sociales, en algunos parques, y en los barrios a través del perifoneo[25].

Entonces, para concluir, durante tres fines de semana los habitantes tendrán disponibles estaciones con actividades didácticas, las cuales se encontrarán en diferentes lugares públicos de la ciudad, que se llevarán a cabo sin costo alguno para que los ciudadanos aprendan a disponer correctamente los residuos, a evitar tirar la comida, y a reducir el uso de plástico..

#### Características clave de AMA BucarAMAnga:

Objetivo: Promover 400 acciones ambientales, una por cada año de fundación de la ciudad, para fomentar el amor por

## Bucaramanga y su cuidado ambiental

**Componentes:** Presenciales: Actividades educativas en puntos estratégicos como la estación Provenza de Metrolínea, donde los ciudadanos aprenden sobre separación de residuos, reducción de plásticos y compostaje.

**Virtuales:** A través del sitio web oficial, se ofrecen recursos y acciones concretas que los ciudadanos pueden implementar en su vida diaria.

**Mensajes creativos:** Se utilizaron frases populares adaptadas al contexto ambiental, como "Sí a la tártara y no al plástico" y "Coma arrecho, pero no desperdicie", distribuidas en espacios públicos para sensibilización a la comunidad. Con esto se muestra una ruta prometedora para fortalecer el conocimiento sobre cambio climático y datos ambientales en el ámbito escolar y comunitario [24]."

**Impacto esperado:** Dado que Bucaramanga genera aproximadamente 530.000 kg de residuos diarios, de los cuales solo el 2.88% se aprovecha, la campaña busca aumentar significativamente la tasa de reciclaje y reducir el desperdicio de alimentos.

Esta campaña ha sido objeto de análisis en diversos medios de comunicación, destacando su enfoque innovador y la colaboración entre el gobierno local y organizaciones ambientales [30].

## IV. CONCLUSIONES

Las campañas educativas ambientales han demostrado tener un impacto positivo en la conciencia ciudadana y en los hábitos relacionados con la gestión de residuos en Bucaramanga. Tanto la campaña "Me Uno al Ciclo del Cambio" como la iniciativa AMA BucarAMAnga lograron promover prácticas sostenibles entre la población, como la separación en la fuente, el reciclaje, la reutilización de materiales y el consumo responsable.

Aunque los resultados en términos de reducción de residuos aprovechables aún están por debajo de las metas ideales, se evidencia un progreso gradual. Por ejemplo, el porcentaje de residuos aprovechados pasó del 3.5% al 5% entre 2021 y 2023, lo que muestra que las campañas están comenzando a generar cambios reales en el comportamiento de la comunidad.

El enfoque educativo combinado con acciones comunitarias, alianzas interinstitucionales y participación

del sector privado ha fortalecido el impacto de las campañas. La colaboración con empresas verdes, el trabajo en instituciones educativas a través de programas como

PRAES y PROCEDAS, y la difusión en espacios públicos han sido estrategias efectivas para multiplicar el alcance de los mensajes ambientales.

La creatividad y la cercanía cultural han sido factores clave para conectar con la ciudadanía. El uso de frases típicas de la región, actividades lúdicas y campañas visuales ha facilitado la apropiación de los mensajes, especialmente en la campaña AMA BucarAMAnga, que supo vincular el amor por la ciudad con el cuidado del entorno.

Sin embargo, los desafíos siguen siendo significativos. La cantidad total de residuos enviados al relleno sanitario El Carrasco sigue siendo alta, lo que indica que aún falta fortalecer la reducción en la generación de residuos desde el origen. Es necesario avanzar no solo en la educación ambiental, sino también en políticas públicas más estrictas sobre producción, empaques, y recolección diferenciada de residuos.

Las campañas deben sostenerse en el tiempo y ser parte de una estrategia educativa estructurada y de largo plazo. Resulta clave que estas iniciativas no se limiten a acciones puntuales, sino que se integren a currículos escolares, programas ciudadanos permanentes y políticas de gestión ambiental urbana[18], [19], [25].

El reconocimiento institucional recibido por la CDMB evidencia el valor de este tipo de intervenciones educativas y su potencial para liderar procesos de transformación ambiental. Esto refuerza la necesidad de mantener, ampliar y replicar estas campañas en otras regiones, adaptadas a sus contextos locales[3].

## REFERENCIAS

- [1] Alcaldía de Bucaramanga, "Conozca en cifras los residuos aprovechables que se recolectan en Bucaramanga," 8 de noviembre de 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.bucaramanga.gov.co/noticias/conozca-en-cifras-los-residuos-aprovechables-que-se-recolectan-en-bucaramanga/>
- [2] Alcaldía de Bucaramanga y WWF Colombia, "AMA BucarAMAnga: 400 acciones para cuidar el ambiente", Vanguardia, 20-feb-2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.vanguardia.com>
- [3] Alerta Santanderes, "La Cámara de Comercio de Bucaramanga entregó reconocimiento por negocios verdes a la CDMB," 12 de diciembre de 2024. [En línea].
- [4] Disponible en: <https://www.alertasantanderes.com/santander/la-camara-de-comercio-de-bucaramanga-entregó-reconocimiento-por-negocios-verdes>

[5] CDMB, "Campaña 'Me uno al ciclo del cambio': una iniciativa por el medio ambiente en Bucaramanga", Emisora Cultural FM, 17-sept-2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.emisoracultural.gov.co/noticias/campana-me-uno-al-ciclo-del-cambio>

[6] Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB), "Éxito ambiental: CDMB recibió más de 20 toneladas de elementos durante la gran jornada de recolección de residuos posconsumo," 10 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en:

Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB), "La CDMB impulsa la campaña de comunicación y sensibilización ambiental Me Uno al Ciclo del Cambio," 30 de octubre de 2024. [En línea].

Disponible en: <https://www.cdmr.gov.co/prensa/noticias/la-cdmr-impulsa-la-campana-de-comunicacion-y-sensibilizacion-ambiental-me-un-o-al-ciclo-del-cambio>

[7] "Citizen Collectives Address Air Pollution in Colombia," Academia.edu, 2022.

[8] M. Díaz et al., "Contrary Perceptions of Environmental Health and the Governance of the Bucaramanga Metropolitan Area, Colombia," *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 20, no. 19, 2023.

[9] L. Gómez, C. Pérez, y J. Ramírez, "Impacto de la contaminación urbana en la salud y el ambiente de Bucaramanga," *Revista de Ecología y Medio Ambiente*, 2020.

[10] D. D. López Rodríguez, "Las políticas públicas sobre cambio climático y transición energética en Bucaramanga," Trabajo de grado, Escuela Superior de Administración Pública (ESAP), 2024. [En línea]. Disponible: <https://repositorio.esap.edu.co>

[11] D. Marín et al., "Knowledge, attitudes and practices about air pollution and its health effects in 6th to 11th-grade students in Colombia: a cross-sectional study," *Front. Public Health*, vol. 12, Jun. 2024.

[12] J. Mora, "Estrategias educativas para la gestión ambiental en comunidades urbanas," Universidad Nacional de Colombia, 2018.

[13] Organización Mundial de la Salud (OMS), "Contaminación del aire y salud," 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.who.int>

[14] I. Peña-Rodríguez, P. A. Salgado-Meza, H. Asorey et

[15] al., "RACIMO@Bucaramanga: A Citizen Science Project on Data Science and Climate Awareness," arXiv, Mar. 2022.

[16] Q'hubo Bucaramanga, "CDMB inició campaña para reducir la cantidad de basura que ingresa a El Carrasco," 5 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://qhubobucaramanga.com/actualidad/205903-cdmr-inicio-campana-para-reducir-la-cantidad-de-basura-que-ingresa-a-el-carrasco>

[17] M. Rodríguez-Villamizar et al., "Variabilidad intraurbana de la exposición de largo plazo a PM<sub>2.5</sub> y NO<sub>2</sub> en cinco ciudades de Colombia," *Revista Ambiente y Desarrollo* (UIS), vol. 23, no. 2, pp. 115–134, dic. 2023.

[18] S. J. Sarmiento Carrillo, "Contaminación ambiental y enfermedades respiratorias en Bucaramanga," Monografía, Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), 2019. [En línea]. Disponible: <https://repository.unad.edu.co>

[19] S. J. Sarmiento Carrillo, "La contaminación ambiental en la ciudad de Bucaramanga y el efecto en la salud de sus habitantes," Monografía, Univ. Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), 31-oct-2019.

[20] UNEP, "Working with nature, Colombia fights air pollution," 7-sep-2021.

[21] Vanguardia, "¿Qué hacer con El Carrasco?: la ciudad sigue sin rumbo claro para el manejo de residuos", Vanguardia, 27-dic-2024. [En línea]. Disponible: <https://www.vanguardia.com>

[22] Vanguardia, "¿Qué pasa con la basura en Bucaramanga?", Vanguardia, 2-nov-2024. [En línea]. Disponible: <https://www.vanguardia.com>

[23] Vanguardia, "Me uno al ciclo del cambio: campaña para reducir basura en Bucaramanga", Vanguardia,

[24] 14-sept-2021. [En línea]. Disponible: <https://www.vanguardia.com>

[23] L. A. Pita-Morales, "Línea de tiempo: educación ambiental en Colombia," *Praxis*, vol. 12, no. 1, pp. 118

[24] J. Peña-Rodríguez, P. A. Salgado-Meza, H. Asorey, L. A. Núñez, A. Núñez-Castiñeira, C. Sarmiento-Cano y M. Suárez-Durán, "RACIMO@Bucaramanga: A Citizen Science Project on Data Science and Climate Awareness," arXiv, 10 marzo 2022. [En línea]. Disponible en: <https://arxiv.org/abs/2203.05431>

[25] T. Aldana, "Educación para la ciudadanía y educación ambiental: una articulación necesaria," en *Memorias Congreso Iberoamericano de Educación. Metas 2021*, 2010.

[26] B. Rengifo, L. Quitiaquez, y F. Mora, "La educación ambiental una estrategia pedagógica que contribuye a la solución de la problemática ambiental en Colombia," en *XII Coloquio Internacional de Geocrítica*, vol. 16, pp. 1–16, 20

[27] G. Y. Flórez-Yepes, "La educación ambiental y el

"desarrollo sostenible en el contexto colombiano,"  
*Revista Electrónica Educare*, vol. 19, no. 3, pp. 432–443,  
2015.

[28]Miñana Blasco, C. Toro Pérez, y A. M. Mahecha Groot, "Construcción de lo público en la escuela: Una mirada desde dos experiencias de educación ambiental en Colombia," *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, vol. 17, no. 55, pp. 1147–1171, 2012.

[29]S. V. Amorocho Aljuri y S. S. Amorocho Lozano, "Programa de educación ambiental para el manejo residuos sólidos en la urbanización residencial Samanes IV, sector barrio Los Naranjos Bucaramanga, Santander," 2021.

# CLASIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS PROBLEMAS GENERADOS POR LA UTILIZACIÓN DE DRONES EN LA ÚLTIMA MILLA: REVISIÓN A LA LITERATURA

Classification and Analysis of Problems Generated by the Use of Drones in Last-Mile Delivery: A Literature Review

Camila Andrea Monroy Hernández<sup>1</sup>

[camila.monroy.2018@upb.edu.co](mailto:camila.monroy.2018@upb.edu.co)

Karol Daniela Serrano Arciniegas<sup>1</sup>

[karol.serrano.2018@upb.edu.co](mailto:karol.serrano.2018@upb.edu.co)

Jairo Núñez Rodríguez<sup>1</sup>

[jairo.nunez@upb.edu.co](mailto:jairo.nunez@upb.edu.co)

<sup>1</sup>Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga, Colombia.

Recibido: agosto 03 de 2025 – Aceptado: noviembre 25 de 2025

## Resumen

El auge del e-Business ha propiciado un incremento en la demanda de servicios de entrega de última milla al cliente final, lo que ha llevado a esta fase a ser la más costosa en la cadena de suministro. Para mantener la competitividad, las empresas están explorando el uso de tecnologías emergentes de la industria 4.0, con un enfoque particular en la utilización de drones para las entregas de última milla. La principal ventaja de los drones radica en su capacidad para seguir la ruta más directa entre dos puntos, es decir, en línea recta, lo que elimina entregas fallidas al permitir que el producto llegue directamente al cliente en un plazo de minutos. Esto aporta beneficios operativos significativos, como la reducción del tiempo de entrega y el ahorro de costos. Además, esta modalidad de entrega contribuye a la protección del medio ambiente al reducir las emisiones de gases contaminantes, en especial el CO2. Sin embargo, las operaciones con drones se enfrentan a limitaciones como la capacidad de la batería, el alcance de entrega, los riesgos de privacidad y las restricciones legales. En el presente estudio, realizamos una revisión sistemática de la literatura siguiendo una metodología ampliamente aceptada en el campo. Hemos utilizado el método PRISMA para estructurar la presentación de la información y el método STROBE para sintetizar los datos más relevantes. Analizamos 358 documentos procedentes de las bases de datos Scopus y Web of Science, todos ellos relacionados con la entrega de última milla utilizando drones. Asimismo, hemos creado un panorama bibliométrico mediante las herramientas digitales VantagePoint, VOSviewer y Microsoft Excel. Nuestro análisis bibliométrico indica que el uso de drones para la logística de última milla es un tema relativamente reciente en la comunidad científica. Actualmente, no existen amplias redes de autores, coautores, instituciones y países trabajando en este tema, predominando los trabajos individuales o entre los mismos autores e instituciones. Sin embargo, hemos identificado un creciente interés en este campo de estudio desde 2017, posiblemente motivado por la primera entrega real a una cliente realizada por Amazon en 2016, que solo tardó 13 minutos desde el punto de compra hasta la entrega. Por último, hemos categorizado los problemas derivados del uso de drones en la entrega de paquetes de última milla. Identificamos cuestiones relacionadas con el enrutamiento, la infraestructura, la sostenibilidad, la logística humanitaria, la energía, los permisos legales y las revisiones bibliográficas. La mayoría de los documentos se centran en la optimización del enrutamiento, específicamente en el problema del enrutamiento de vehículos con drones (VRPD) y el problema del vendedor ambulante con drones (TSPD).

**Palabras claves:** Entrega con drones, logística de última milla, tecnologías industria 4.0.

## Abstract

With the rise of e-Business, companies have witnessed an increased demand for last-mile parcel delivery to the final consumer, which has subsequently become the most expensive segment of the supply chain. To maintain competitiveness, firms have pursued research into Industry 4.0 technologies, particularly drone utilization in last-mile deliveries, due to its potential to adopt the shortest path between two points - a straight line. This approach also allows products to be directly delivered to the customers' hands within minutes, thereby eliminating failed deliveries. Consequently, this translates to an operational advantage in reducing delivery times and cost efficiencies. Moreover, this mode of delivery

significantly contributes to environmental preservation by decreasing pollutant emissions, predominantly CO2. Nevertheless, drone operations are constrained by factors such as battery lifespan, delivery range, privacy risks, and legal norms. We conducted a systematic literature review following a widely accepted methodology in the field. The information presentation was structured using the PRISMA method, while the

STROBE method distilled the most pertinent data. We analyzed 358 papers from the Scopus and Web of Science databases, all focused on last-mile drone delivery. Further, we generated a bibliometric snapshot using digital tools, namely VantagePoint, VOSviewer, and Microsoft Excel. According to the bibliometric analysis, this subject is relatively nascent within the scientific domain. Large networks of authors, co-authors, institutions, and countries are currently lacking, indicating a trend toward individual or same-author/institution collaborations. Nevertheless, there has been an escalating interest in drone-based last-mile logistics research since 2017, possibly triggered by Amazon's inaugural real-life drone delivery to a customer in 2016, which was accomplished in a mere 13 minutes post-purchase. Finally, we classified the challenges drone usage poses in last-mile package deliveries. These encompassed routing, infrastructure, sustainability, humanitarian logistics, energy, legal permissions, and literature reviews. Most papers were concerned with routing optimization, specifically tackling the Vehicle Routing Problem with Drones (VRPD) and the Traveling Salesman Problem with Drones (TSPD).

**Keywords:** Drone delivery, last-mile logistics, industry 4.0 technologies.

## I. INTRODUCCIÓN

La revolución 4.0 y la expansión del comercio electrónico han introducido nuevos desafíos para las empresas en la optimización de la logística de distribución [1], particularmente en la fase de entrega de última milla, que es la más costosa de la cadena de suministro, representando entre el 20% y el 50% del costo total de entrega, tal como se ilustra en la referencia [2].

Entre los desarrollos tecnológicos más relevantes, el uso de vehículos aéreos no tripulados (UAV), comúnmente conocidos como drones, para realizar entregas a los clientes finales, ha adquirido un creciente reconocimiento. Este reconocimiento se atribuye en gran medida a la incursión de empresas prominentes en línea como Amazon, Google, DHL y Walmart en la investigación de implementaciones de drones para mejorar sus tiempos de servicio, como se informa en [3].

En 2013, Amazon, un pionero en esta área, decidió globalizar su experiencia logística interna y en la entrega de última milla a través de un programa llamado "Amazon Prime Air", que promete entregas en 30 minutos, como se detalla en [4]. Sin embargo, aunque se esperaba que el servicio de drones se lanzara en un lapso de 5 años, el progreso se ha retrasado debido al nivel de madurez de la tecnología [5], con desafíos como las limitaciones de la batería del dron y los problemas de seguridad y aprobación regulatoria, tal como se discute en [6].

Debido a sus ventajas, aplicaciones y limitaciones operativas, la investigación científica en el uso de drones para la entrega de última milla ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años, generando grandes volúmenes de información con enfoques diversos sobre el tema. Por lo tanto, este estudio ofrece una revisión de la literatura centrada en la identificación, clasificación y descripción de los problemas derivados del uso de drones en la última milla. El documento se estructura de la siguiente manera: en primer lugar, se describe la metodología empleada; en segundo lugar, se presentan los resultados, que incluyen un panorama bibliométrico y la clasificación y análisis de los problemas identificados; y, por último, se discuten las conclusiones.

## II. METODOLOGÍA

Esta investigación implementó una revisión exhaustiva de la literatura, siguiendo el enfoque metodológico recomendado utilizados para resolver problemas logísticos de última milla con por Tranfield [7]. Para una estructuración y presentación coherente y clara de la información recopilada, se incorporaron las metodologías PRISMA y STROBE.

La información científica fue recopilada a través de las bases de datos Scopus y Web Of Science. Dentro de ambas bases científica se aplicó una estrategia de búsqueda utilizando las palabras clave siguientes: última milla, distribución capilar, blockchain, y casilleros para paquetes (package lockers). logística, cadena de suministro, entrega, dron, vehículo aéreo no tripulado, y UAV.

A partir de esta búsqueda, se obtuvieron 207 documentos en Scopus y 151 en Web of Science, resultando en un corpus preliminar de 358 documentos. De este conjunto, 126 documentos resultaron ser duplicados, es decir, estaban presentes en ambas bases de datos. Estos duplicados fueron eliminados, dejando un total de 232 documentos únicos. Posteriormente, se efectuó un proceso de inclusión/exclusión para identificar los documentos que abordaban específicamente la logística de última milla basada en drones. Como resultado de este filtro, se seleccionaron 108 documentos como relevantes para el objetivo de estudio de la investigación.

Para el procesamiento, visualización y análisis de los datos, se empleó un conjunto de aplicaciones de escritorio, incluyendo VOSviewer, VantagePoint y Microsoft Excel, con el fin de construir un mapeo bibliométrico. El uso de estas herramientas permitió realizar un análisis visual y extraer información valiosa acerca de las características de los documentos seleccionados.

## III. RESULTADOS

### Panorama bibliométrico

A partir del análisis de los 108 artículos seleccionados, se ofrece una perspectiva bibliométrica sobre el estado actual de la actividad científica vinculada a la logística de última milla con drones. A continuación, se destacan aspectos relacionados con palabras clave, tendencias de publicación anual y contribuciones por país.

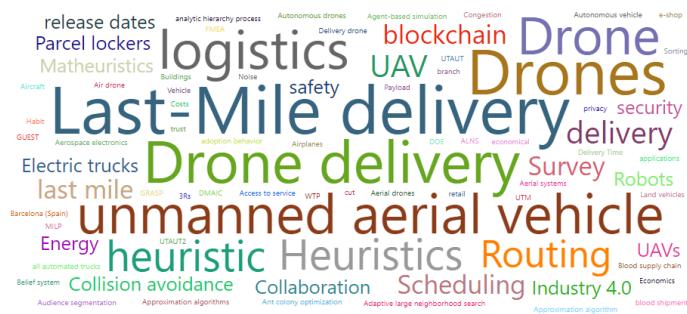
En la Figura 1, se presenta la red de palabras clave derivadas de las dos bases de datos consultadas (Scopus y Web Of Science)

. Las palabras más prominentes son aquellas que los autores han empleado con mayor frecuencia en sus investigaciones. Entre ellas se destacan "entrega de última milla" (last-mile delivery) con 33 apariciones, "drones" con 27, "entrega de drones" (drone delivery) con 20, "vehículo aéreo no tripulado" (unmanned aerial vehicle) con 16 y "logística" (logistics) con 15. Se destaca también la relevancia de la palabra "heurística" (heuristic) con 8

apariciones, lo que indica que ha sido uno de los métodos más

Las palabras clave reflejan los temas centrales y críticos de las investigaciones. Por lo tanto, si se desea profundizar en el estudio

**Figura 1.** Red de palabras claves en la literatura sobre logística de última milla con drones.



**Fuente:** Elaboración propia en VOSviewer.

La Figura 2 muestra la tendencia anual de publicación en logística de última milla con drones, que se manifiesta desde 2015. Se aprecia un crecimiento en las publicaciones desde 2017, posiblemente influenciado por el primer envío real realizado con un dron a un cliente por Amazon en 2016, el cual solo tardó 13 minutos desde la compra hasta la entrega [8], hecho que atrajo la atención de otras empresas logísticas y de la comunidad científica.

**Figura 2.** Tendencias anuales de publicaciones sobre logística de última milla con drones.



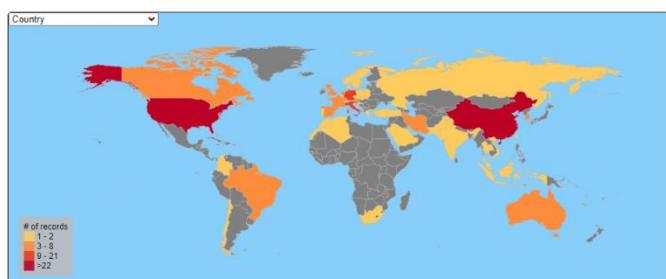
Fuente: Elaboración propia en VantagePoint.

El mayor incremento en publicaciones se evidenció entre 2019 y 2020, seguramente debido a las medidas preventivas que los gobiernos tuvieron que implementar contra la propagación del COVID-19, como el cierre de fronteras y el distanciamiento social, afectando los sistemas de transporte. A partir de ello, surgieron mayores intereses en métodos de transporte y entrega sin contacto, como los vehículos aéreos no tripulados (drones) [9].

De acuerdo con la Figura 3, los países con mayor actividad de publicación en artículos relacionados con la entrega de última

milla basada en drones son Estados Unidos, China, Alemania e Italia, que juntos representan el 71% del total de publicaciones estudiadas. Se destaca que la mayoría de investigaciones se concentran en Estados Unidos, el país con el mayor número de publicaciones (30,71%, correspondiente a 43 documentos). A pesar de tener una regulación aérea estricta, su interés en explorar nuevas tecnologías innovadoras permite a su economía aprovechar las ventajas del acelerado cambio tecnológico [10]. Por otro lado, los países de América Latina (Brasil, Chile y Colombia) solo representan el 6%.

**Figura 3.** Distribución geográfica de publicaciones sobre logística de última milla con drones.



**Fuente:** Elaboración propia en VOSviewer.

# Clasificación y Análisis de los Problemas Generados por la Utilización de Drones en la Última Milla.

Se realizó la revisión a la literatura por medio de la metodología STROBE. A través de este análisis, se logró desarrollar una clasificación de los principales problemas que surgen al implementar el uso de drones en la última milla (Ver tabla 1). A continuación, se presenta una breve descripción de cada uno de ellos.

**Tabla 1.** Clasificación de los problemas generados por la utilización de drones en la última milla.

Clasificación de los Problemas		
Tipo de problema	Subproblema	No. del Artículo
Infraestructura		6,16,22,33,42,44,60,62,68,81
Enrutamiento	VRPD	1,8,9,10,12,14,20,23,25,26,53,56 ,57,63,87,100,106,107
	TSPD	2,3,4,13,17,19,21,24,28,40,51,52 ,70,72,73,75,85,88, 89,90,94,95,96,102
	Sin clasificación	5,7,15,38,39,46,47,55,58,69,74,7 7,79,80,84,86,91,98,99,103,105
Sostenibilidad	Ambiental	32,39,49,71,76,93,105
	Económico	59,61,78,91,97
	Social	22,30,33,35,37,45,50,64,67,82,8 3,93,97,101,108
Logística humanitaria		
Energía		
Régimen legal		
Otros Tipos de Documentos		
Revisión de la literatura		11,18,29,31,43,48,54,65,92

### Problemas de Infraestructura

La implementación de un sistema de entrega con drones demanda la creación de una nueva infraestructura para adaptar las ciudades a esta tecnología [11]. Según la tabla 1, entre los artículos de infraestructura, no se identifican agrupaciones. Se realiza el siguiente análisis: Título 6: marco informático de autenticación del consumidor, a través de contraseña y reconocimiento facial; título 16: controlador de seguimiento para la ruta del camión-dron que permite guiar al dron para aterrizar en el camión indicándole los obstáculos en el camino; título 22: diseño de torre de carga para varios drones; título 33: diseño de un aeropuerto para varios drones; título 42: sistema de entrega de drones escalable basado en contract net y planificador híbrido ROS (RHBP) para asignación y ejecución de tareas: obligatorias, subasta previa y regulares; título 44: el uso de vehículos de transporte público (trenes, tranvías, autobuses) como método de transporte intermedio para la entrega, los drones recogen paquete en tienda, se suben al transporte público hasta parada cercana al destino y vuelan el resto del trayecto; título 60: diseño de un centro de distribución con una colmena de drones; título 62: Dronistics: aplicación web para rastrear y controlar el dron en tiempo real; título 68: sistema de posicionamiento y aterrizaje para piezas ligeras dentro de una planta de producción; título 81: sistema de localización de puntos de despegue del dron. Por lo tanto, se determina que construir una infraestructura completa, incluyendo aeropuertos, zonas de carga y adaptaciones logísticas sería un

proceso costoso y lento.

Al final de este documento se presenta un apéndice en el que se recopilan las referencias correspondientes a los títulos mencionados a lo largo del texto, con el fin de facilitar la consulta.

### Problemas de Enrutamiento

Son problemas matemáticos y de optimización que plantean la asignación adecuada de rutas para la distribución de mercancía desde un punto de origen a diferentes clientes utilizando una flota de vehículos, generalmente camiones y drones [12]. Los cuales se dividen en:

Título 1, 12, 23, 26, 53, 56, 106: problema de enrutamiento de vehículos con drones (VRPD), donde asume una flota de vehículos compuesta por camiones homogéneos (operados por conductores, cada uno de ellos con la misma cantidad de drones homogéneos). La tarea es entregar paquetes a un conjunto de clientes con demandas uniformes y ubicaciones diferentes, donde cada cliente es atendido exactamente una vez, ya sea por un dron o un camión.

Además, se presentan problemas VRPD con pequeñas variaciones: título 8: problema de enrutamiento camión-dron-atv (vehículo todo terreno); título 9 y 107: problema de enrutamiento de vehículos con drones con múltiples visitas; título 10: problema de enrutamiento de vehículos con drones y operaciones en ruta; título 14: problema de localización y ruteo de camiones y drones; título 20: problema de enrutamiento de ubicación de dos escalones; título 25: problema de ruteo de vehículos con ventanas de tiempo y robots de reparto; título 57: problema de enrutamiento de drones con el intercambio de flotas habilitado por blockchain; título 63: problema de enrutamiento de vehículos y drones con ventanas de tiempo; título 87: problema de enrutamiento de vehículos de programación paralela de drones; título 100: problemas de ruteo de vehículos escalonados con drones.

Título 2, 3, 17, 21, 24, 28, 51, 73, 75, 96, 98, 85: problema del viajante de comercio con dron (TSPD) es un problema introducido por [3], el cual está basado en un sistema de ruta asistido por un solo camión y dron que atienden un conjunto de clientes. El dron debe seguir la misma red de carretera que el camión. Sin embargo, el lugar de inicio y final de una entrega debe ser diferente y puede darse en el camión o en el depósito.

Su subclasificación se divide en: título 4 y 40: problema del reparador itinerante multiviaje con drones; título 13: problema del vendedor ambulante con drones y estacionamiento; título 19: problema del viaje simultáneo con drones; título 52, 70 y 90: problema del vendedor ambulante con múltiples drones; título 72: problema de varios vendedores ambulantes multimodo; título 88: problema de viajero de múltiples visitas con múltiples drones; título 89: problema del vendedor

ambulante con múltiples compañeros voladores con velocidades variables de drones; título 94 y 95: problema de ubicación de la estación de drones del vendedor ambulante; título 102: problema del viajante de comercio con compañero volador con entregas backhaul.

Por otra parte, se encuentran los problemas sin clasificar los cuales no están dentro de la categoría del VRPD y TSPD. Se analizan los siguientes temas: título 5: sistema de distribución de doble canal; título 7: modelos de optimización para entregar paquetes de socorro; título 15: formulación matemática para investigar el enrutamiento óptimo entre varios tipos de nodos; título 38: sistema combinado de camiones y drones de reparto, basado en un área de multitud y tecnología; título 39: modelo de optimización para entregas de última milla en zonas urbanas; título 46: modelo de problema de enrutamiento con transporte público como estaciones; título 47, 86 y 98: problema de optimización con énfasis en la energía del dron; título 55: sistema colaborativo de camiones y drones; título 58: optimización conjunta del agrupamiento de ubicaciones de clientes y enrutamiento; título 69: diseño de trayectorias del dron que realice múltiples tareas; título 74: problema de puntos de transferencia en la ruta; título 77: diseño de red para estaciones de carga y distancias recorridas; título 79: planificación de la ruta del dron en entornos ambientales altamente dinámicos e impredecibles; título 80 y 103: problema de planificación, donde los clientes están ubicados uniformemente en el mercado; título 84: cooperación simultánea entre drones y vehículos terrestres refrigerados; título 91: problema del transporte a cuestas; título 99: logística camión-dron con rutas multipunto; título 105: formulaciones para resolver instancias determinadas en la literatura del VRPD y RPD.

### **Problemas de Sostenibilidad**

De acuerdo con [13] el desafío clave en la implementación de tecnologías en la logística sostenible es garantizar un servicio de última milla eficiente y sostenible, convirtiéndose en una prioridad para las empresas del sector. Por dicha razón se investigan los problemas ambientales, económicos y sociales. Para los cuales se realiza el siguiente análisis:

Problemas ambientales. título 32: estudio de tres tipos de vehículos autónomos: drones o vehículos aéreos no tripulados (UAV), robots autónomos de entrega en la acera y robots autónomos de entrega en la carretera en términos de millas-vehículo, consumo de energía y emisiones de CO<sub>2</sub>; título 39: enfoque híbrido para un sistema sostenible donde se incluya la mayor cantidad de indicadores de sostenibilidad; título 49 y 93: estudio de tráfico de drones en el aire a baja altitud; título 71: diseño de trayectorias conscientes del ruido para disminuir la contaminación acústica; título 76 y 105: combinación de vehículos tradicionales y verdes que mejoran las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Problemas económicos: título 59: comparación tecno económica entre un dron y una motocicleta; título 61: desarrollo de una metodología estandarizada donde se presentan una lista de factores económicos para seleccionar el mejor dron; título 78: estimación de costos operacionales en diferentes modos de entrega; título 91: proceso para asignar de forma eficiente las inversiones tanto en camiones como en drones; título 97: análisis financiero de una empresa para evaluar los beneficios de implementar drones.

Problemas Sociales: título 30, 35, 37, 64, 67, 82, 97, 101 y 108: Estudio de los factores que influyen en la aceptación de drones como una nueva forma de entrega en el futuro, el objetivo principal es identificar los principales factores y evaluar sus efectos; asociando la intención de utilizar drones como método de entrega; título 45 y 50: estimación del número de entregas mediante drones; título 22: estudio de viabilidad a partir de dos modelos de entrega: flota camión-dron y solo dron; título 83: proceso de jerarquía analítica (AHP) para seleccionar el mejor método de transporte y ruta en la última milla teniendo en cuenta la percepción de la población; título 93: estudio de la evolución de los drones con un enfoque en el internet de las cosas.

### **Problemas de Logística Humanitaria**

Desarrollo de herramientas para las operaciones de socorro en casos de desastres naturales, con el objetivo de planificar e implementar de manera eficiente la entrega de productos de carácter urgente, como kits medicinales [14]. De los artículos estudiados se identificaron los siguientes temas de investigación: título 7: entrega de múltiples paquetes de artículos de socorro livianos a través de drones a una cierta cantidad de ubicaciones remotas dentro de una zona propensa a desastres; título 55: sistema colaborativo de camiones y drones como una herramienta de evaluación posterior al desastre para uso de las redes de ayuda humanitaria; título 66: apoyo logístico en la fase de gestión de sistemas de transporte de vehículos aéreos no tripulado para la toma de decisiones en las operaciones y misiones de socorro. Se observa que los drones son una excelente solución para entregar productos en lugares de difícil acceso en comparación con los medios de transporte tradicionales.

### **Problemas de Energía**

La batería del dron es una de sus limitaciones más significativas, tanto en términos de tiempo de vuelo como en relación con la forma de recarga. Debido a que a medida que la carga disminuye, el tiempo de vuelo se reduce, afectando la autonomía del dron [15]. En los artículos estudiados se encuentran las siguientes ideas para encontrar una solución: título 34: diseño de un modelo de consumo de energía en función de las condiciones ambientales, el patrón de vuelo y las distancias; título 36: modelo de cooperación entre un camión y una flota de drones, donde se busca maximizar el beneficio considerando la limitación de

energía del dron; título 41: máquinas automáticas de intercambio de baterías (ABSM) para ampliar los rangos de vuelo; título 46: uso de vehículos de transporte público tanto como sea posible para acercarse a los clientes y para cargar su batería; título 47: modelo no lineal de consumo de energía de drones donde se consideran las restricciones de carga útil y consumo de energía de acuerdo a la distancia del viaje. Además, se considera importante estudiar el consumo energético del dron en caso de eventos atmosféricos adversos, por ejemplo: viento fuerte.

### Problemas de Régimen Legal

Es el régimen jurídico aplicable al sobrevuelo de drones, en el cual se abarcan todos los tipos y propósitos de vuelo de estas aeronaves no tripuladas. [16]. Se realiza el siguiente análisis: título 27: los modelos de permiso negociable (Ejemplo: considerando la tasa de llegada) para uso del espacio aéreo; título 104: el estudio de la regulación de entrega de última milla en Croacia y posibles problemas. Cabe resaltar que a pesar de los intentos de elaborar un régimen legal que permita sobrevolar los drones en el espacio aéreo, aún es una dinámica prohibida.

### Revisiones a la Literatura

Hace referencia al resumen de las diferentes investigaciones y artículos que brindan una idea sobre cuál es el estado actual [17] de la logística de última milla mediante drones. Se encuentran las siguientes revisiones a la literatura. Clasificación de: título 11: problemas en términos de problemas de enrutamiento de vehículos, despliegue de estaciones de recarga, problemas de aterrizaje, dimensionamiento de flotas y problemas de asignación de tarea; título 29: variedad de sistemas de entrega con drones y sus problemas de planificación operativa; título 43: drones multicóptero disponibles en el mercado y su análisis en términos de potencial y limitaciones para entregas; título 48: técnicas de investigación de operaciones para resolver problemas de enrutamiento con drones; título 54: problemas de enrutamiento de dos escalones (drones + camiones) con sus diferentes formulaciones. También se encuentran estudios de: título 18: problema de enrutamiento de camiones y drones (VRPD); título 31: desafíos y oportunidades para la introducción de la automatización, la electrificación y la movilidad, denominadas como las 3 revoluciones (3R), en la última milla; título 65: problemas de enrutamiento de dos escalones (drones + camiones) con sus diferentes formulaciones y título 92: transformación en sistemas de carga en las áreas urbanas de la última milla, específicamente con drones e impresión 3D.

### IV. CONCLUSIONES

A través del análisis bibliométrico, se ha determinado que la investigación en torno a la logística de última milla mediante drones es una disciplina emergente. Aunque todavía se

encuentra en sus primeras etapas con un número limitado de publicaciones, es notorio un incremento en la tendencia anual de publicaciones en este ámbito.

Los desafíos que surgen de la implementación de drones para la entrega de última milla se pueden categorizar en varias áreas: infraestructura, optimización de rutas (problemas del vendedor viajante con drones - TSPD y problemas de ruteo de vehículos con drones - VRPD), sostenibilidad (que engloba aspectos ambientales, económicos y sociales), logística humanitaria, energía y normativas legales. Es importante destacar que, dentro de estos, los problemas de optimización de rutas (TSPD y VRPD) han sido el área de enfoque principal para la comunidad científica, representando el 38% de los artículos analizados en este estudio. Esta tendencia subraya la importancia de la eficiencia en la entrega como un factor crítico en la aplicación de la tecnología de drones en la logística de última milla.

### REFERENCIAS

- [1] E. Huartos, "Logística 4.0: importancia en el proceso logístico de distribución de última milla," Universidad Militar Nueva Granada, 2019.
- [2] O. Houda, "Soluciones logísticas en la última milla," Universidad de Valladolid, 2020.
- [3] C. C. Murray and A. G. Chu, "The flying sidekick traveling salesman problem: Optimization of drone-assisted parcel delivery," *Transp Res Part C Emerg Technol*, vol. 54, pp. 86–109, May 2015, doi: 10.1016/j.trc.2015.03.005.
- [4] Amazon, "Taking technology to new heights." [Online]. Available: <https://www.amazon.jobs/en/teams/prime-air>
- [5] M. Héder, "From NASA to EU: the evolution of the TRL scale in Public Sector Innovation," *Innov J*, vol. 22, no. 2, p. 3.
- [6] R. Morales, "Entregas de pedidos de Amazon con drones: este es el estado actual del servicio Prime Air, que sigue retrasándose por accidentes y problemas regulatorios," Business Insider España. Accessed: Apr. 25, 2023. [Online]. Available: <https://www.businessinsider.es/estado-actual-prime-air-amazon-envio-paquetes-drones-1043129>
- [7] D. Tranfield, D. Denyer, and P. Smart, "Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review," *British Journal of Management*, vol. 14, no. 3, pp. 207–222, 2003, doi: 10.1111/1467-8551.00375.
- [8] Teknautas, "La entrega con drones de Amazon es real: así fue el primer envío a un cliente." Accessed: Sep. 11, 2025. [Online]. Available: [https://www.elconfidencial.com/tecnologia/2016-12-14/amazon-drones-entregas-envios\\_1303960/](https://www.elconfidencial.com/tecnologia/2016-12-14/amazon-drones-entregas-envios_1303960/)
- [9] M. Kunovjanek and C. Wankmüller, "Containing the COVID-19 pandemic with drones - Feasibility of a drone enabled back-up transport system," *Transp Policy (Oxf)*, vol. 106, pp. 141–152, Jun. 2021, doi: 10.1016/j.trapol.2021.03.015.

- [10] Cepal, "La Inversión Extranjera Directa en América Latina y el Caribe | Comisión Económica para América Latina y el Caribe." Accessed: Sep. 11, 2025. [Online]. Available: <https://www.cepal.org/es/tipo-de-publicacion/la-inversion-extranjera-directa-américa-latina-caribe>
- [11] D. Ceña Arévalo, "Reparto de mercancías a través de drones: estudio y viabilidad," Jun. 08, 2017, *Universitat Politècnica de Catalunya*. Accessed: Sep. 11, 2025. [Online]. Available: <https://hdl.handle.net/2117/107148>
- [12] M. E. López, R. Andrés, and F. Puyo Bazallo, "SOLUCIÓN DE PROBLEMA DE RUTEO CON FLOTA HETEROGENEA DE UNA EMPRESA DEL SECTOR AVÍCOLA USANDO EL ALGORITMO DE CLARKE & WRIGHT".
- [13] J. Vicente, "Última Milla Sostenible y Verde: la prioridad actual de los proveedores de logística." Accessed: Sep. 11, 2025. [Online]. Available: <https://es.linkedin.com/pulse/%C3%BAltima-milla-sostenible-y-verde-la-prioridad-actual-vicente-mart%C3%ADn/>
- [14] TheLogisticsWorld, "Prueban dron para entregas comerciales urgentes." [Online]. Available: <https://thelogisticsworld.com/historico/prueban-dron-para-entregas-comerciales-urgentes/>
- [15] Dronair, "El gran problema de los drones siguen siendo las baterías Dronair." Accessed: Sep. 11, 2025. [Online]. Available: <https://www.dronair.es/el-gran-problema-de-los-drones-siguen-siendo-las-baterias>
- [16] Administración Federal de Aviación, "Restricciones del espacio aéreo | Administración Federal de Aviación." Accessed: Sep. 11, 2025. [Online]. Available: [https://www.faa.gov/uas/espanol/restricciones\\_del\\_espacio\\_aereo](https://www.faa.gov/uas/espanol/restricciones_del_espacio_aereo)
- [17] S. J. A. Guirao Goris, "Utilidad y tipos de revisión de literatura," *Ene*, vol. 9, no. 2, pp. 0–0, 2015, doi: 10.4321/S1988-348X2015000200002.
- [18] A. Eder and A. H. Carranza, "Logística 4.0: importancia en el proceso logístico de distribución de última milla," Jun. 28, 2019, *Universidad Militar Nueva Granada*. Accessed: Sep. 10, 2025. [Online]. Available: <https://hdl.handle.net/10654/31727>
- [19] H. Ousaid, "Soluciones logísticas en la última milla," 2020, Accessed: Sep. 10, 2025. [Online]. Available: <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/41721>
- [20] "Prime Air." Accessed: Sep. 11, 2025. [Online]. Available: <https://www.amazon.jobs/content/en/teams/e-commerce-foundation/prime-air>
- [21] M. Héder, "(PDF) De la NASA a la UE: la evolución de la escala TRL en la innovación del sector público." Accessed: Sep. 11, 2025. [Online]. Available: [https://www.researchgate.net/publication/350942366\\_From\\_NASA\\_to\\_EU\\_the\\_evolution\\_of\\_the\\_TRL\\_scale\\_in\\_Public\\_Sector\\_Innovation](https://www.researchgate.net/publication/350942366_From_NASA_to_EU_the_evolution_of_the_TRL_scale_in_Public_Sector_Innovation)
- [22] R. Corrales, "Entregas de pedidos de Amazon con drones: este es el estado actual del servicio Prime Air, que sigue retrasándose por accidentes y problemas regulatorios." Accessed: Sep. 11, 2025. [Online]. Available: <https://www.businessinsider.es/tecnologia/estado-actual-prime-air-amazon-envio-paquetes-drones-1043129>
- [23] The logistics world, "Prueban dron para entregas comerciales urgentes – THE LOGISTICS WORLD | Conéctate e inspírate." Accessed: Sep. 11, 2025. [Online]. Available: <https://thelogisticsworld.com/historico/prueban-dron-para-entregas-comerciales-urgentes/>
- [24] J. de Freitas, P. P.-E. N. in D. Mathematics, and undefined 2018, "A randomized variable neighborhood descent heuristic to solve the flying sidekick traveling salesman problem," *Elsevier*, vol. 66, pp. 95–102, 2018, doi: 10.1016/j.endm.2018.03.013.
- [25] F. Tamke and U. Buscher, "A branch-and-cut algorithm for the vehicle routing problem with drones," *Transportation Research Part B: Methodological*, vol. 144, pp. 174–203, Feb. 2021, doi: 10.1016/J.TRB.2020.11.011.
- [26] D. Schermer, M. Moeini, and O. Wendt, "A branch-and-cut approach and alternative formulations for the traveling salesman problem with drone," *Networks*, vol. 76, no. 2, pp. 164–186, Sep. 2020, doi: 10.1002/NET.21958.
- [27] M. Boccia, A. Masone, A. Sforza, and C. Sterle, "A column-and-row generation approach for the flying sidekick travelling salesman problem," *Transp Res Part C Emerg Technol*, vol. 124, Mar. 2021, doi: 10.1016/J.TRC.2020.102913.
- [28] M. Moshref-Javadi, A. Hemmati, and M. Winkenbach, "A comparative analysis of synchronized truck-and-drone delivery models," *Comput Ind Eng*, vol. 162, Dec. 2021, doi: 10.1016/J.CIE.2021.107648.
- [29] M. F. Chen, Y. Q. Liu, Y. Song, and Q. Sun, "A contract coordination model of dual-channel delivery between uavs and couriers considering the uncertainty of delivery for last mile," *Discrete Dyn Nat Soc*, vol. 2019, 2019, doi: 10.1155/2019/6214359.
- [30] A. Hannan *et al.*, "A decentralized hybrid computing consumer authentication framework for a reliable drone delivery as a service," *PLoS One*, vol. 16, no. 4, p. e0250737, Apr. 2021, doi: 10.1371/JOURNAL.PONE.0250737.
- [31] B. Rabta, C. Wankmüller, and G. Reiner, "A drone fleet model for last-mile distribution in disaster relief operations," *International Journal of Disaster Risk Reduction*, vol. 28, pp. 107–112, Jun. 2018, doi: 10.1016/J.IJDRR.2018.02.020.
- [32] M. Moeini and H. Salewski, "A Genetic Algorithm for Solving the Truck-Drone-ATV Routing Problem," *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol. 991, pp. 1023–1032, Jan. 2020, doi: 10.1007/978-3-030-21803-4\_101.

- [33] R. Gu, M. Poon, Z. Luo, Y. Liu, and Z. Liu, "A hierarchical solution evaluation method and a hybrid algorithm for the vehicle routing problem with drones and multiple visits," *Transp Res Part C Emerg Technol*, vol. 141, Aug. 2022, doi: 10.1016/J.TRC.2022.103733.
- [34] D. Schermer, M. Moeini, and O. Wendt, "A hybrid VNS/Tabu search algorithm for solving the vehicle routing problem with drones and en route operations," *Comput Oper Res*, vol. 109, pp. 134–158, Sep. 2019, doi: 10.1016/J.COR.2019.04.021.
- [35] T. Benarbia and K. Kyamakya, "A Literature Review of Drone-Based Package Delivery Logistics Systems and Their Implementation Feasibility," *Sustainability* 2022, Vol. 14, Page 360, vol. 14, no. 1, p. 360, Dec. 2021, doi: 10.3390/SU14010360.
- [36] D. Schermer, M. Moeini, and O. Wendt, "A matheuristic for the vehicle routing problem with drones and its variants," *Transp Res Part C Emerg Technol*, vol. 106, pp. 166–204, Sep. 2019, doi: 10.1016/J.TRC.2019.06.016.
- [37] J. Gomez-Lagos, A. Candia-Vejar, and F. Encina, "A New Truck-Drone Routing Problem for Parcel Delivery Services Aided by Parking Lots," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 11091–11108, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3050658.
- [38] L. C. Montaña, L. Malagon-Alvarado, P. A. Miranda, M. M. Arboleda, E. L. Solano-Charris, and C. A. Vega-Mejía, "A novel mathematical approach for the Truck-and-Drone Location-Routing Problem," *Procedia Comput Sci*, vol. 200, pp. 1378–1391, Mar. 2022, doi: 10.1016/J.PROCS.2022.01.339.
- [39] F. Farajzadeh, A. Moadab, O. F. Valilai, M. Houshmand, and O. Fatahi Valilai, "A Novel Mathematical Model for a Cloud-Based Drone Enabled Vehicle Routing Problem considering Multi-Echelon Supply Chain," 2020, doi: 10.13140/RG.2.2.18745.39522.
- [40] V. P. Bacheti, A. S. Brandao, and M. Sarcinelli-Filho, "A Path-Following Controller for a UAV-UGV Formation Performing the Final Step of Last-Mile-Delivery," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 142218–142231, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3120347.
- [41] J. C. de Freitas and P. H. V. Penna, "A Randomized Variable Neighborhood Descent Heuristic to Solve the Flying Sidekick Traveling Salesman Problem," *Electron Notes Discrete Math*, vol. 66, pp. 95–102, Apr. 2018, doi: 10.1016/J-ENDM.2018.03.013.
- [42] Y. J. Liang and Z. X. Luo, "A Survey of Truck–Drone Routing Problem: Literature Review and Research Prospects," *Journal of the Operations Research Society of China*, vol. 10, no. 2, pp. 343–377, Jun. 2022, doi: 10.1007/S40305-021-00383-4.
- [43] M. Moshref-Javadi, A. Hemmati, and M. Winkenbach, "A truck and drones model for last-mile delivery: A mathematical model and heuristic approach," *Appl Math Model*, vol. 80, pp. 290–318, Apr. 2020, doi: 10.1016/J.APM.2019.11.020.
- [44] M. Boccia, A. Mancuso, A. Masone, A. Sforza, and C. Sterle, "A Two-Echelon Truck-and-Drone Distribution System: Formulation and Heuristic Approach," *AIRO Springer Series*, vol. 7, pp. 153–163, 2021, doi: 10.1007/978-3-030-86841-3\_13.
- [45] J. C. de Freitas and P. H. V. Penna, "A Variable Neighborhood Search for Flying Sidekick Traveling Salesman Problem," *International Transactions in Operational Research*, vol. 27, no. 1, pp. 267–290, Apr. 2018, doi: 10.1111/itor.12671.
- [46] P. R. Gabani, U. B. Gala, V. S. Narwane, R. D. Raut, U. H. Govindarajan, and B. E. Narkhede, "A viability study using conceptual models for last mile drone logistics operations in populated urban cities of India," *IET Collaborative Intelligent Manufacturing*, vol. 3, no. 3, pp. 262–272, Sep. 2021, doi: 10.1049/CIM2.12006.
- [47] D. Schermer, M. Moeini, and O. Wendt, "Algorithms for Solving the Vehicle Routing Problem with Drones," *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, vol. 10751 LNAI, pp. 352–361, 2018, doi: 10.1007/978-3-319-75417-8\_33.
- [48] S. T. Windras Mara, A. P. Rifai, and B. M. Sophia, "An adaptive large neighborhood search heuristic for the flying sidekick traveling salesman problem with multiple drops," *Expert Syst Appl*, vol. 205, Nov. 2022, doi: 10.1016/J.ESWA.2022.117647.
- [49] C. Chen, E. Demir, and Y. Huang, "An adaptive large neighborhood search heuristic for the vehicle routing problem with time windows and delivery robots," *Eur J Oper Res*, vol. 294, no. 3, pp. 1164–1180, Nov. 2021, doi: 10.1016/J.EJOR.2021.02.027.
- [50] D. Sacramento, D. Pisinger, and S. Ropke, "An adaptive large neighborhood search metaheuristic for the vehicle routing problem with drones," *Transp Res Part C Emerg Technol*, vol. 102, pp. 289–315, May 2019, doi: 10.1016/J.TRC.2019.02.018.
- [51] F. A. N. Verri *et al.*, "An analysis on tradable permit models for last-mile delivery drones," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 186279–186290, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3030612.
- [52] F. Focacci, A. Lodi, and M. Milano, "A Hybrid Exact Algorithm for the TSPTW," *INFORMS J Comput*, vol. 14, no. 4, pp. 403–417, Nov. 2002, doi: 10.1287/IJOC.14.4.403.2827.
- [53] M. Moshref-Javadi and M. Winkenbach, "Applications and Research avenues for drone-based models in logistics: A classification and review," *Expert Syst Appl*, vol. 177, p. 114854, Sep. 2021, doi: 10.1016/J.ESWA.2021.114854.
- [54] H. Ganjipour and A. Edrisi, "Applying the integrated model to understanding online buyers' intention to adopt delivery drones in Iran," *Transportation Letters*, vol. 15, no. 2, pp. 98–110, Feb. 2023, doi: 10.1080/19427867.2022.2035130.
- [55] M. Jaller, C. Otero-Palencia, and A. Pahwa,

- [55] “Automation, electrification, and shared mobility in urban freight: Opportunities and challenges,” [67] *Transportation Research Procedia*, vol. 46, pp. 13–20, 2020, doi: 10.1016/J.TRPRO.2020.03.158.
- [56] [68] M. A. Figliozzi, “Carbon emissions reductions in last mile and grocery deliveries utilizing air and ground autonomous vehicles,” *Transp Res D Transp Environ*, vol. 85, Aug. 2020, doi: 10.1016/j.trd.2020.102443.
- [57] H. Jiang and X. Ren, “Comparative Analysis of Drones and Riders in On-Demand Meal Delivery Based on Prospect Theory,” *Discrete Dyn Nat Soc*, vol. 2020, 2020, doi: 10.1155/2020/9237689.
- [58] T. Kirschstein, “Comparison of energy demands of drone-based and ground-based parcel delivery services,” *Transp Res D Transp Environ*, vol. 78, Jan. 2020, doi: 10.1016/J.TRD.2019.102209.
- [59] L. Cai, K. F. Yuen, D. Xie, M. Fang, and X. Wang, “Consumer’s usage of logistics technologies: Integration of habit into the unified theory of acceptance and use of technology,” *Technol Soc*, vol. 67, Nov. 2021, doi: 10.1016/J.TECHSOC.2021.101789.
- [60] F. B. Sorbelli, F. Corò, S. K. Das, L. Palazzetti, and C. M. Pinotti, “Cooperative Truck-Drone Scheduling Approach for Last-Mile Deliveries (Extended Abstract),” 2021.
- [61] C. N. Osakwe, M. Hudik, D. Říha, M. Stros, and T. Ramayah, “Critical factors characterizing consumers’ intentions to use drones for last-mile delivery: Does delivery risk matter?,” *Journal of Retailing and Consumer Services*, vol. 65, Mar. 2022, doi: 10.1016/J.JRETCONSER.2021.102865.
- [62] M. Behroozi and D. Ma, “Crowdsourced delivery with [74] drones in last mile logistics,” *OpenAccess Series in Informatics*, vol. 85, pp. 17:1-17:12, Nov. 2020, doi: 10.4230/OASIICS.ATMOS.2020.17/-/STATS.
- [63] H. G. Resat, “Design and Analysis of Novel Hybrid Multi-Objective Optimization Approach for Data-Driven Sustainable Delivery Systems,” *IEEE Access*, vol. 8, pp. 90280–90293, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2994186.
- [64] M. Moshref-Javadi, S. Lee, and M. Winkenbach, “Design and evaluation of a multi-trip delivery model with truck and drones,” *Transp Res E Logist Transp Rev*, vol. 136, Apr. 2020, doi: 10.1016/J.TRE.2020.101887.
- [65] T. Cokyasar, W. Dong, M. Jin, and İ. Ö. Verbas, “Designing a drone delivery network with automated battery swapping machines,” *Comput Oper Res*, vol. 129, May 2021, doi: 10.1016/J.COR.2020.105177.
- [66] D. Krakowczyk, J. Wolff, A. Ciobanu, D. J. Meyer, and C. E. Hrabia, “Developing a distributed drone delivery system with a hybrid behavior planning system,” *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, vol. 11117 LNAI, pp. 107–114, 2018, doi: 10.1007/978-3-030-00111-7\_10/FIGURES/3.
- [67] M. Tucker, C. Polikakhina, P. Lyon, and F. A. Figliozzi, “Logística, de entregas con drones,, eficiencia, seguridad y última hora Compensaciones,” 2018, Accessed: Sep. 11, 2025. [Online]. Available: [https://pdxscholar.library.pdx.edu/cengin\\_fac/553](https://pdxscholar.library.pdx.edu/cengin_fac/553)
- [68] R. Khalid and S. M. Chankov, “Drone Delivery Using Public Transport: An Agent-Based Modelling and Simulation Approach,” *Lecture Notes in Logistics*, pp. 374–383, 2020, doi: 10.1007/978-3-030-44783-0\_36.
- [69] A. Moadab, F. Farajzadeh, and O. Fatahi Valilai, “Drone routing problem model for last-mile delivery using the public transportation capacity as moving charging stations,” *Sci Rep*, vol. 12, no. 1, Dec. 2022, doi: 10.1038/S41598-022-10408-4.
- [70] C. Cheng, Y. Adulyasak, and L. M. Rousseau, “Drone routing with energy function: Formulation and exact algorithm,” *Transportation Research Part B: Methodological*, vol. 139, pp. 364–387, Sep. 2020, doi: 10.1016/J.TRB.2020.06.011.
- [71] G. Macrina, L. Di Puglia Pugliese, F. Guerriero, and G. Laporte, “Drone-aided routing: A literature review,” *Transp Res Part C Emerg Technol*, vol. 120, p. 102762, Nov. 2020, doi: 10.1016/J.TRC.2020.102762.
- [72] R. She and Y. Ouyang, “Efficiency of UAV-based last-mile delivery under congestion in low-altitude air,” *Transp Res Part C Emerg Technol*, vol. 122, Jan. 2021, doi: 10.1016/J.TRC.2020.102878.
- [73] M. Doole, J. Ellerbroek, and J. Hoekstra, “Estimation of traffic density from drone-based delivery in very low level urban airspace,” *J Air Transp Manag*, vol. 88, Sep. 2020, doi: 10.1016/J.JAIRTRAMAN.2020.101862.
- [74] S. Poikonen, B. Golden, and E. A. Wasil, “A branch-and-bound approach to the traveling salesman problem with a drone,” *INFORMS J Comput*, vol. 31, no. 2, pp. 335–346, 2019, doi: 10.1287/IJOC.2018.0826.
- [75] S. Bansal, R. Goel, and R. Maini, “Ground Vehicle and UAV Collaborative Routing and Scheduling for Humanitarian logistics using Random Walk Based Ant Colony Optimization,” *Scientia Iranica*, vol. 29, no. 2, pp. 632–644, Apr. 2022, doi: 10.24200/SCI.2021.58309.5664.
- [76] H. Li, J. Chen, F. Wang, and M. Bai, “Ground-vehicle and unmanned-aerial-vehicle routing problems from two-echelon scheme perspective: A review,” *Eur J Oper Res*, vol. 294, no. 3, pp. 1078–1095, Nov. 2021, doi: 10.1016/J.EJOR.2021.02.022.
- [77] G. Zhang, N. Zhu, S. Ma, and J. Xia, “Humanitarian relief network assessment using collaborative truck-and-drone system,” *Transp Res E Logist Transp Rev*, vol. 152, Aug. 2021, doi: 10.1016/j.tre.2021.102417.
- [78] R. Rich, “Inverting the Truck-Drone Network Problem to Find Best Case Configuration,” *Advances in Operations Research*, vol. 2020, pp. 1–10, 2020, doi: 10.1155/2020/4053983.
- [79] Y. Xia, W. Zeng, X. Xing, Y. Zhan, K. H. Tan, and A. Kumar, “Joint optimisation of drone routing and battery

- wear for sustainable supply chain development: a mixed-integer programming model based on blockchain-enabled fleet sharing,” *Ann Oper Res*, vol. 327, no. 1, pp. 89–127, Aug. 2023, doi: 10.1007/S10479-021-04459-5.
- [80] M. Salama and S. Srinivas, “Joint optimization of customer location clustering and drone-based routing for last-mile deliveries,” *Transp Res Part C Emerg Technol*, vol. 114, pp. 620–642, May 2020, doi: 10.1016/J.TRC.2020.01.019.
- [81] E. Filiopoulos, A. Skoufis, C. Michalakelis, E. Skoufis, and A. Skoufis, “Last Mile Delivery by Drone: A Technoeconomic Approach.” [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/355182397>
- [82] J. P. Aurambout, K. Gkoumas, and B. Ciuffo, “Last mile delivery by drones: an estimation of viable market potential and access to citizens across European cities,” *European Transport Research Review*, vol. 11, no. 1, Dec. 2019, doi: 10.1186/S12544-019-0368-2.
- [83] F. Nur, A. Alrahahleh, R. Burch, K. Babski-Reeves, and M. Marufuzzaman, “Last mile delivery drone selection and evaluation using the interval-valued inferential fuzzy TOPSIS,” *J Comput Des Eng*, vol. 7, no. 4, pp. 397–411, Aug. 2020, doi: 10.1093/JCDE/QWAA033.
- [84] P. M. Kornatowski, A. Bhaskaran, G. M. Heitz, S. Mintchev, and D. Floreano, “Last-Centimeter Personal Drone Delivery: Field Deployment and User Interaction,” *IEEE Robot Autom Lett*, vol. 3, no. 4, pp. 3813–3820, Oct. 2018, doi: 10.1109/LRA.2018.2856282.
- [85] L. Di Puglia Pugliese and F. Guerriero, “Last-Mile Deliveries by Using Drones and Classical Vehicles,” *Springer Proceedings in Mathematics and Statistics*, vol. 217, pp. 557–565, 2017, doi: 10.1007/978-3-319-67308-0\_56.
- [86] N. Boysen, S. Fedtke, and S. Schwerdfeger, “Last-mile delivery concepts: a survey from an operational research perspective,” *OR Spectrum*, vol. 43, no. 1, pp. 1–58, Mar. 2021, doi: 10.1007/S00291-020-00607-8/FIGURES/9.
- [87] S. Sawadsitang, D. Niyato, P. S. Tan, P. Wang, and S. Nutanong, “Multi-objective optimization for drone delivery,” *IEEE Vehicular Technology Conference*, vol. 2019-September, Sep. 2019, doi: 10.1109/VTCFall.2019.8891117.
- [88] A. Troudi, S. A. Addouche, S. Dellagi, and A. El Mhammedi, “Logistics support approach for drone delivery fleet,” *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, vol. 10268 LNCS, pp. 86–96, 2017, doi: 10.1007/978-3-319-59513-9\_9.
- [89] C. Sigari and P. Biberthaler, “Medical drones: Disruptive technology makes the future happen,” *Unfallchirurg*, vol. 124, no. 12, pp. 974–976, Dec. 2021, doi: 10.1007/S00113-021-01095-3.
- [90] P. Orgeira-Crespo, C. Ulloa, G. Rey-Gonzalez, and J. A. P. García, “Methodology for Indoor Positioning and Landing of an Unmanned Aerial Vehicle in a Smart Manufacturing Plant for Light Part Delivery,” *Electronics* 2020, Vol. 9, Page 1680, vol. 9, no. 10, p. 1680, Oct. 2020, doi: 10.3390/ELECTRONICS9101680.
- [91] M. Khosravi, S. Enayati, H. Saeedi, and H. Pishro-Nik, “Multi-Purpose Drones for Coverage and Transport Applications,” *IEEE Trans Wirel Commun*, vol. 20, no. 6, pp. 3974–3987, Jun. 2021, doi: 10.1109/TWC.2021.3054748.
- [92] P. Kitjacharoenchai, M. Ventresca, M. Moshref-Javadi, S. Lee, J. M. A. Tanchoco, and P. A. Brunese, “Multiple traveling salesman problem with drones: Mathematical model and heuristic approach,” *Comput Ind Eng*, vol. 129, pp. 14–30, Mar. 2019, doi: 10.1016/J.CIE.2019.01.020.
- [93] G. Scozzaro, D. Delahaye, and A. E. Vela, “Noise Abatement Trajectories for a UAV Delivery Fleet”.
- [94] Q. M. Ha, Y. Deville, Q. D. Pham, and M. H. Hà, “On the min-cost Traveling Salesman Problem with Drone,” *Transp Res Part C Emerg Technol*, vol. 86, pp. 597–621, Jan. 2018, doi: 10.1016/j.trc.2017.11.015.
- [95] J. A. McDougall and L. D. Otero, “Optimal Transfer Point Locations in Two-Stage Distribution Systems,” *IEEE Access*, vol. 6, pp. 1974–1984, Dec. 2017, doi: 10.1109/ACCESS.2017.2781187.
- [96] N. Agatz, P. Bouman, and M. Schmidt, “Optimization approaches for the traveling salesman problem with drone,” *Transportation Science*, vol. 52, no. 4, pp. 965–981, Jul. 2018, doi: 10.1287/TRSC.2017.0791.
- [97] G. Perboli and M. Rosano, “Parcel delivery in urban areas: Opportunities and threats for the mix of traditional and green business models,” *Transp Res Part C Emerg Technol*, vol. 99, pp. 19–36, Feb. 2019, doi: 10.1016/J.TRC.2019.01.006.
- [98] R. Pinto and A. Lagorio, “Point-to-point drone-based delivery network design with intermediate charging stations,” *Transp Res Part C Emerg Technol*, vol. 135, Feb. 2022, doi: 10.1016/J.TRC.2021.103506.
- [99] C. Lemardelé, M. Estrada, L. Pagès, and M. Bachofner, “Potentialities of drones and ground autonomous delivery devices for last-mile logistics,” *Transp Res E Logist Transp Rev*, vol. 149, May 2021, doi: 10.1016/J.TRE.2021.102325.
- [100] G. Radzki, I. Nielsen, P. Golińska-dawson, G. Bocewicz, and Z. Banaszak, “Reactive UAV Fleet’s Mission Planning in Highly Dynamic and Unpredictable Environments,” *Sustainability* 2021, Vol. 13, Page 5228, vol. 13, no. 9, p. 5228, May 2021, doi: 10.3390/SU13095228.
- [101] S. Perera, M. Dawande, G. Janakiraman, and V. Mookerjee, “Retail Deliveries by Drones: How Will Logistics Networks Change?,” *Prod Oper Manag*, vol. 29, no. 9, pp. 2019–2034, Sep. 2020, doi: 10.1111/POMS.13217.

- [102] Q. Gu and T. Fan, "Route Planning for Vehicles with UAVs Based on Set Covering," *Springer Proceedings in Business and Economics*, pp. 275–281, 2020, doi: 10.1007/978-3-030-30967-1\_25.
- [103] X. Zhu, "Segmenting the public's risk beliefs about drone delivery: A belief system approach," *Telematics and Informatics*, vol. 40, pp. 27–40, Jul. 2019, doi: 10.1016/J.TELE.2019.05.007.
- [104] A. Serrano-Hernandez, A. Ballano, and J. Faulin, "Selecting Freight Transportation Modes in Last-Mile Urban Distribution in Pamplona (Spain): An Option for Drone Delivery in Smart Cities," *Energies 2021, Vol. 14, Page 4748*, vol. 14, no. 16, p. 4748, Aug. 2021, doi: 10.3390/EN14164748.
- [105] S. Y. Lee, S. R. Han, and B. D. Song, "Simultaneous cooperation of Refrigerated Ground Vehicle (RGV) and Unmanned Aerial Vehicle (UAV) for rapid delivery with perishable food," *Appl Math Model*, vol. 106, pp. 844–866, Jun. 2022, doi: 10.1016/J.APM.2022.02.024.
- [106] L. Di Puglia Pugliese, F. Guerriero, and M. G. Scutellá, "The Last-Mile Delivery Process with Trucks and Drones Under Uncertain Energy Consumption," *J Optim Theory Appl*, vol. 191, no. 1, pp. 31–67, Oct. 2021, doi: 10.1007/S10957-021-01918-8.
- [107] M. A. Nguyen, G. T. H. Dang, M. H. Hà, and M. T. Pham, "The min-cost parallel drone scheduling vehicle routing problem," *Eur J Oper Res*, vol. 299, no. 3, pp. 910–930, Jun. 2022, doi: 10.1016/J.EJOR.2021.07.008.
- [108] Z. Luo, M. Poon, Z. Zhang, Z. Liu, and A. Lim, "The Multi-visit Traveling Salesman Problem with Multi-Drones," *Transp Res Part C Emerg Technol*, vol. 128, Jul. 2021, doi: 10.1016/J.TRC.2021.103172.
- [109] C. C. Murray and R. Raj, "The multiple flying sidekicks traveling salesman problem: Parcel delivery with multiple drones," *Transp Res Part C Emerg Technol*, vol. 110, pp. 368–398, Jan. 2020, doi: 10.1016/j.trc.2019.11.003.
- [110] C. Murray and R. Raj, "The Multiple Flying Sidekicks Traveling Salesman Problem: Parcel Delivery with Multiple Drones," *SSRN Electronic Journal*, Mar. 2019, doi: 10.2139/SSRN.3338436.
- [111] K. Wang, E. Pesch, D. Kress, I. Fridman, and N. Boysen, "The Piggyback Transportation Problem: Transporting drones launched from a flying warehouse," *Eur J Oper Res*, vol. 296, no. 2, pp. 504–519, Jan. 2022, doi: 10.1016/J.EJOR.2021.03.064.
- [112] A. C. McKinnon, "The possible impact of 3D printing and drones on last-mile logistics: An exploratory study," *Built Environ*, vol. 42, no. 4, pp. 617–629, 2016, doi: 10.2148/BENV.42.4.617.
- [113] N. S. Labib, M. R. Brust, G. Danoy, and P. Bouvry, "The Rise of Drones in Internet of Things: A Survey on the Evolution, Prospects and Challenges of Unmanned Aerial Vehicles," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 115466–115487, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3104963.
- [114] D. Schermer, M. Moeini, and O. Wendt, "The Traveling Salesman Drone Station Location Problem," *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol. 991, pp. 1129–1138, 2020, doi: 10.1007/978-3-030-21803-4\_111.
- [115] M. Dienstknecht, N. Boysen, and D. Briskorn, "The traveling salesman problem with drone resupply," *OR Spectrum*, vol. 44, no. 4, pp. 1045–1086, Dec. 2022, doi: 10.1007/S00291-022-00680-1.
- [116] J. C. Pina-Pardo, D. F. Silva, and A. E. Smith, "The traveling salesman problem with release dates and drone resupply," *Comput Oper Res*, vol. 129, May 2021, doi: 10.1016/J.COR.2020.105170.
- [117] F. Borghetti, C. Caballini, A. Carboni, G. Grossato, R. Maja, and B. Barabino, "The Use of Drones for Last-Mile Delivery: A Numerical Case Study in Milan, Italy," *Sustainability 2022, Vol. 14, Page 1766*, vol. 14, no. 3, p. 1766, Feb. 2022, doi: 10.3390/SU14031766.
- [118] E. Es Yurek and H. C. Ozmutlu, "Traveling salesman problem with drone under recharging policy," *Comput Commun*, vol. 179, pp. 35–49, Nov. 2021, doi: 10.1016/J.COMCOM.2021.07.013.
- [119] P. L. Gonzalez-R, D. Canca, J. L. Andrade-Pineda, M. Calle, and J. M. Leon-Blanco, "Truck-drone team logistics: A heuristic approach to multi-drop route planning," *Transp Res Part C Emerg Technol*, vol. 114, pp. 657–680, May 2020, doi: 10.1016/J.TRC.2020.02.030.
- [120] P. Kitjacharoenchai, B. C. Min, and S. Lee, "Two echelon vehicle routing problem with drones in last mile delivery," *Int J Prod Econ*, vol. 225, Jul. 2020, doi: 10.1016/J.IJPE.2019.107598.
- [121] X. Zhu, T. J. Pasch, and A. Bergstrom, "Understanding the structure of risk belief systems concerning drone delivery: A network analysis," *Technol Soc*, vol. 62, p. 101262, Aug. 2020, doi: 10.1016/J.TECHSOC.2020.101262.
- [122] A. Jeon, J. Kang, B. Choi, N. Kim, J. Eun, and T. Cheong, "Unmanned Aerial Vehicle Last-Mile Delivery Considering Backhauls," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 85017–85033, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3087751.
- [123] M. Khosravi and H. Pishro-Nik, "Unmanned Aerial Vehicles for Package Delivery and Network Coverage," *IEEE Vehicular Technology Conference*, vol. 2020-May, May 2020, doi: 10.1109/VTC2020-SPRING48590.2020.9129495.
- [124] A. Erceg, B. Činčurak, E. Josip, J. Strossmayer, A. Vasilj, and J. J. Strossmayer, "Unmanned Aircraft Systems in Logistics-Legal Regulation and Worldwide Examples Toward Use in Croatia," 2017. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/320372713>
- [125] L. Di Puglia Pugliese, F. Guerriero, and G. Macrina, "Using drones for parcels delivery process," *Procedia Manuf*, vol. 42, pp. 488–497, 2020, doi:

- 10.1016/J.PROMFG.2020.02.043.
- [126] P. Kitjacharoenchai and S. Lee, “Vehicle routing problem with drones for last mile delivery,” *Procedia Manuf*, vol. 39, pp. 314–324, 2019, doi: 10.1016/J.PROMFG.2020.01.338.
- [127] K. Dorling, J. Heinrichs, G. G. Messier, and S. Magierowski, “Vehicle Routing Problems for Drone Delivery,” *IEEE Trans Syst Man Cybern Syst*, vol. 47, no. 1, pp. 70–85, Jan. 2017, doi: 10.1109/TSMC.2016.2582745.
- [128] C. Chen, S. Leon, and P. Ractham, “Will customers adopt last-mile drone delivery service.

## Apéndice

No. del Título	Referencia	No. del Título	Referencia	No. del Título	Referencia
1	[18]	2	[19]	3	[3]
4	[20]	5	[21]	6	[22]
7	[7]	8	[8]	9	[9]
10	[10]	11	[11]	12	[12]
13	[13]	14	[23]	15	[15]
16	[16]	17	[24]	18	[25]
19	[26]	20	[27]	21	[28]
22	[29]	23	[30]	24	[31]
25	[32]	26	[33]	27	[34]
28	[35]	29	[36]	30	[37]
31	[38]	32	[39]	33	[40]
34	[41]	35	[42]	36	[43]
37	[44]	38	[45]	39	[46]
40	[47]	41	[48]	42	[49]
43	[50]	44	[51]	45	[52]
46	[53]	47	[54]	48	[55]
49	[56]	50	[57]	51	[58]
52	[59]	53	[60]	54	[61]
55	[62]	56	[63]	57	[64]
58	[65]	59	[66]	60	[67]
61	[68]	62	[68]	63	[69]
64	[70]	65	[71]	66	[72]
67	[73]	68	[74]	69	[74]
70	[75]	71	[76]	72	[77]
73	[78]	74	[79]	75	[80]
76	[81]	77	[82]	78	[83]
79	[84]	80	[85]	81	[86]
82	[87]	83	[88]	84	[89]
85	[90]	86	[91]	87	[92]
88	[93]	89	[94]	90	[94]
91	[95]	92	[96]	93	[97]
94	[98]	95	[99]	96	[100]
97	[101]	98	[102]	99	[103]
100	[104]	101	[105]	102	[106]
103	[107]	104	[108]	105	[109]
106	[110]	107	[111]	108	[112]
109	[113]	110	[114]	111	[115]
112	[116]	113	[117]	114	[118]
115	[119]	116	[120]	117	[121]
118	[122]	119	[123]	120	[124]
121	[125]	122	[126]	123	[127]
124	[128]				

# UTILIZACIÓN DE DRONES PARA LA GESTIÓN DE ALMACENES: ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO Y REVISIÓN DE LA LITERATURA

Use of Drones for Warehouse Management: A Bibliometric Analysis and Literature Review

Danna Juliette Diaz Portilla<sup>1</sup>

[danna.diaz.2022@upb.edu.co](mailto:danna.diaz.2022@upb.edu.co)

Dariana Victoria Márquez Gutiérrez<sup>1</sup>

[dariana.marquez.2019@upb.edu.co](mailto:dariana.marquez.2019@upb.edu.co)

Daniela Rey Rueda<sup>1</sup>

[daniela.rey.2022@upb.edu.co](mailto:daniela.rey.2022@upb.edu.co)

Lesly Juliana Sanabria Álvarez<sup>1</sup>

[lesly.sanabria.2022@upb.edu.co](mailto:lesly.sanabria.2022@upb.edu.co)

Jairo Núñez Rodríguez<sup>1</sup>

[jairo.nunez@upb.edu.co](mailto:jairo.nunez@upb.edu.co)

<sup>1</sup>Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga, Colombia.

Recibido: agosto 04 de 2025 – Aceptado: noviembre 25 de 2025

## Resumen

El presente artículo analiza la utilización de drones en la gestión de almacenes a través de una revisión sistemática y un estudio bibliométrico de la literatura científica. La investigación parte del reconocimiento de que los centros de almacenamiento han dejado de ser espacios pasivos para convertirse en centros de distribución inteligentes, donde la eficiencia, la reducción de tiempos y la optimización del inventario resultan fundamentales. En este escenario, los drones emergen como una herramienta innovadora capaz de automatizar tareas repetitivas, disminuir errores humanos y reducir riesgos asociados a la labor en alturas o en entornos complejos. La metodología se basó en la consulta de bases de datos de alto impacto como Scopus y Web of Science, aplicando criterios de inclusión y exclusión para seleccionar 84 artículos relevantes. El análisis bibliométrico permitió identificar tendencias de publicación, autores destacados, países líderes en la investigación y principales problemáticas asociadas con la implementación de drones. Los resultados señalan que los retos más frecuentes están vinculados con la infraestructura tecnológica, la planificación de rutas, la gestión de inventarios y aspectos logísticos. Se concluye que los drones constituyen una tecnología prometedora para automatizar tareas y mejorar la trazabilidad en almacenes; no obstante, su adopción efectiva exige cerrar brechas técnicas y regulatorias, y desarrollar modelos de negocio viables que demuestren retorno operacional.

**Palabras claves:** Almacenamiento, drones, tecnología, planificación de rutas, logística.

## Abstract

This article analyzes the use of drones in warehouse management through a systematic review and bibliometric study of the scientific literature. The research is based on the recognition that storage centers are no longer passive spaces but have become smart distribution centers, where efficiency, time reduction, and inventory optimization are essential. In this scenario, drones emerge as an innovative tool capable of automating repetitive tasks, reducing human error, and mitigating risks associated with working at heights or in complex environments. The methodology was based on consulting high-impact databases such as Scopus and Web of Science, applying inclusion and exclusion criteria to select 84 relevant articles. The bibliometric analysis identified publication trends, prominent authors, leading countries in research, and the main issues associated with the implementation of drones. The results indicate that the most frequent challenges are related to technological infrastructure, route planning, inventory

management, and logistics. It is concluded that drones are a promising technology for automating tasks and improving traceability in warehouses; however, their effective adoption requires closing technical and regulatory gaps and developing viable business models that demonstrate operational returns.

**Keywords:** Storage, drones, technology, route planning, logistics

## I. INTRODUCCIÓN

La automatización de procesos logísticos se ha convertido en una necesidad estratégica para las empresas modernas. Los drones, en particular, representan una herramienta clave en la transformación de los centros de almacenamiento, ya que pueden reducir costos, errores humanos y riesgos asociados al trabajo en alturas [1]. En paralelo, los almacenes han evolucionado a centros de distribución que buscan optimizar tiempos, movimientos y utilización de capacidad [2], [3]. La logística moderna debe responder con rapidez a las exigencias del mercado globalizado, donde los consumidores esperan eficiencia, trazabilidad y disponibilidad inmediata de productos [4]. En este escenario, los drones aparecen como una tecnología disruptiva dentro del marco de la Industria 4.0, vinculándose con otras herramientas como la inteligencia artificial, el blockchain y la conectividad 5G [5], [6].

Adicionalmente, el uso de drones responde a un interés creciente por parte de las empresas en implementar soluciones sostenibles y de bajo costo que permitan enfrentar desafíos como la escasez de mano de obra, el aumento de los costos logísticos y la necesidad de garantizar la seguridad en la operación [7]. Esta tendencia no solo busca mejorar la eficiencia operativa, sino también avanzar hacia modelos de almacenes inteligentes, en los cuales la interacción entre humanos, robots y sistemas automatizados genere ventajas competitivas significativas. En este contexto, analizar la producción científica sobre drones en gestión de almacenes se convierte en una tarea esencial para comprender el estado actual del conocimiento y proyectar posibles desarrollos futuros.

## II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

El mundo empresarial se enfrenta a una dinámica cada vez más compleja, en la que la competitividad depende en gran medida de la eficiencia en la cadena de suministro y en los procesos logísticos. Los centros de almacenamiento han evolucionado hacia centros de distribución inteligentes, en los que se busca optimizar cada movimiento, reducir tiempos de operación y aprovechar al máximo la capacidad instalada [2], [3]. Sin embargo, en este proceso de modernización surgen retos importantes. Uno de los problemas más críticos es la gestión de inventarios: las empresas deben responder con agilidad a la demanda de los clientes,

manteniendo niveles de stock reducidos para disminuir costos de almacenamiento, pero garantizando al mismo tiempo la disponibilidad de productos [4].

Este equilibrio resulta difícil de alcanzar cuando los procesos de conteo, registro y verificación se realizan de forma manual, ya que se exponen a errores humanos, demoras y altos costos en mano de obra.

La literatura ha documentado que los drones ofrecen la oportunidad de automatizar tareas de inventario mediante tecnologías como RFID, visión por computadora y blockchain [5], [8]. Además, su utilización puede mejorar la trazabilidad de productos y la toma de decisiones en tiempo real. No obstante, la implementación enfrenta barreras relacionadas con la infraestructura tecnológica, como la conectividad inalámbrica, la integración con sistemas de gestión y la necesidad de algoritmos avanzados de ruteo y deep learning [6], [9]. Asimismo, se identifican retos en materia de inversión y capacitación del personal [7]. Por ello, se justifica realizar una revisión sistemática que identifique los problemas más frecuentes reportados por la investigación y proponga líneas de mejora, considerando que los drones son un habilitador relevante en el marco de la industria 4.0 [10].

## III. METODOLOGÍA

La investigación se desarrolló siguiendo un enfoque de revisión sistemática de la literatura, estructurado en las fases de planificación, ejecución y reporte de propuestas por Transfield para revisiones sistemáticas en gestión [13]. De forma complementaria, dentro de este proceso se incorporó el enfoque Transfer, entendido como una guía para considerar y evaluar la transferibilidad de los hallazgos de la revisión sistémica al contexto específico de la gestión de almacenes, y no como la metodología de revisión en sí misma [14]. Este enfoque combinado asegura la rigurosidad y la validez de los resultados al recopilar, analizar y sintetizar información académica relevante [11]. El proceso se dividió en tres grandes etapas: planificación, revisión y difusión.

En la etapa de planificación se definieron las preguntas de investigación y los criterios de selección de documentos, considerando artículos que abordaran el uso de drones en inventarios, logística e infraestructura tecnológica. La etapa de revisión incluyó la búsqueda sistemática en Scopus y Web of Science, empleando combinaciones de palabras clave en inglés y español como drones, UAV, warehouse management, inventory y logistics. Se aplicaron filtros para excluir duplicados o

artículos irrelevantes, evaluando la calidad de los estudios seleccionados. Finalmente, se organizaron matrices de análisis para comparar enfoques y detectar tendencias.

La etapa de reporte consistió en la síntesis de resultados mediante análisis bibliométricos: frecuencia de publicaciones, distribución por países, autores más productivos y tecnologías más estudiadas.

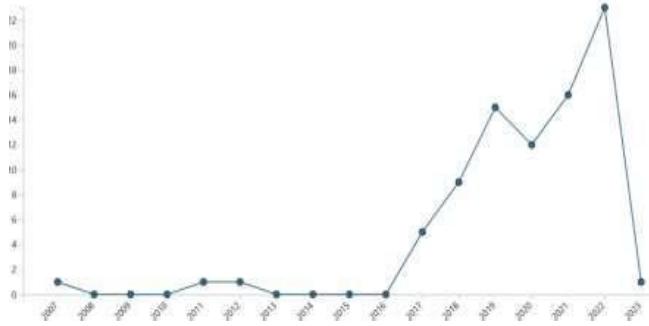
Se identificaron, por ejemplo, contribuciones en el área de inventarios [9], ruteo con algoritmos genéticos [12] e integración con blockchain y 5G para la trazabilidad [5], [6]. Este proceso permitió construir un panorama integral sobre los avances y limitaciones del tema.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis bibliométrico permitió observar una evolución significativa en la producción científica sobre drones aplicados a la gestión de almacenes. Entre los años 2010 y 2020 se identificaron 14.723 palabras clave utilizadas por los autores, lo que refleja la diversidad de enfoques y preocupaciones en el campo de estudio. La distribución de estas palabras claves es altamente dispersa, con muy pocos términos recurrentes y una gran cantidad de términos de baja frecuencia, lo que indica un área de investigación en construcción y en constante exploración.

En cuanto a la frecuencia de publicación, el interés crece de forma notoria a partir de 2019 y alcanza picos entre 2020 y 2022. No obstante, en 2023 se observa una disminución abrupta. Este descenso puede estar asociado al corte temporal de la búsqueda y a retrasos de indexación en bases como Scopus y Web of Science; en cualquier caso, señala una inflexión reciente que conviene monitorear en actualizaciones futuras.

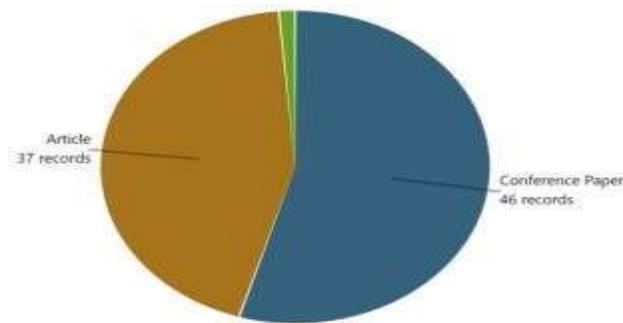
**Figura 1.** Frecuencia de publicación.



**Nota.** Elaboración propia.

Respecto a los tipos de documentos, se identificaron un total de 84 publicaciones seleccionadas tras la depuración inicial. De ellas, el 32% corresponde a artículos científicos en revistas especializadas, lo que demuestra la relevancia académica del tema, mientras que la mayoría proviene de conferencias internacionales (46 en total), lo que refleja que gran parte de los avances se están discutiendo en escenarios académicos de intercambio y actualización tecnológica.

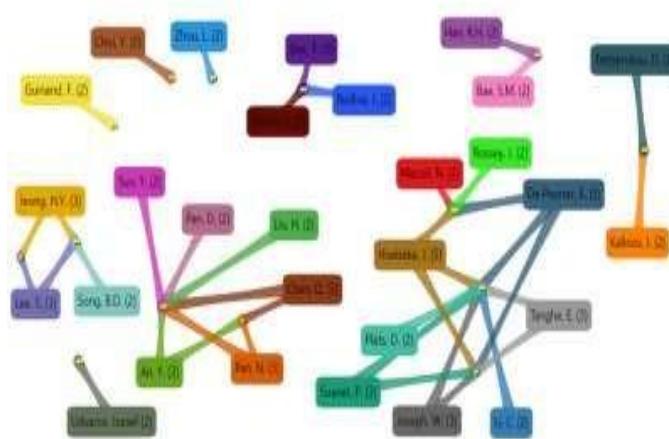
**Figura 2.** Tipos de documentos.



**Nota.** elaboración propia.

En relación con los autores, el estudio evidenció la existencia de redes de conocimiento en las que sobresalen algunos investigadores como Hoebeke y De Poorter, quienes han aportado en diversas publicaciones sobre localización UWB, inventarios y comunicación en entornos con drones. En total, se encontraron 29 autores directamente relacionados con los documentos analizados, lo que permite reconocer a los principales referentes en el área.

**Figura 3.** Redes de conocimiento.



**Nota.** elaboración propia.

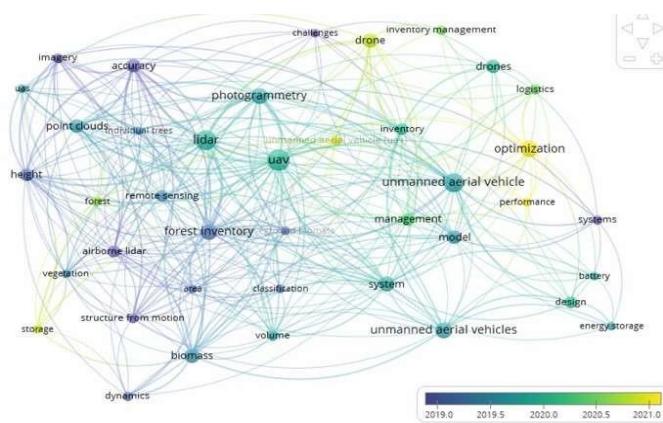
Por otro lado, el análisis de palabras clave muestra términos recurrentes vinculados con “UAV”, “warehouse management”, “inventory”, “logistics” y “blockchain”, los cuales se consolidan como ejes temáticos del campo. Esto sugiere que el interés científico no solo se centra en el uso de drones, sino también en su articulación con otras tecnologías emergentes como RFID, deep learning y gemelos digitales.

Figura 4. Palabras claves.



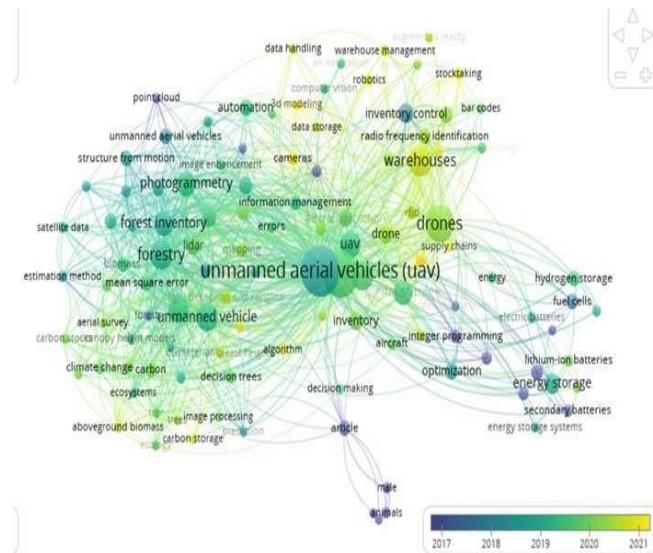
**Nota.** Elaboración propia.

**Figura 5.** Principales preocupaciones de los autores.



**Nota.** elaboración propia con Web of Science.

Figura 6. Tendencia de investigaciones.

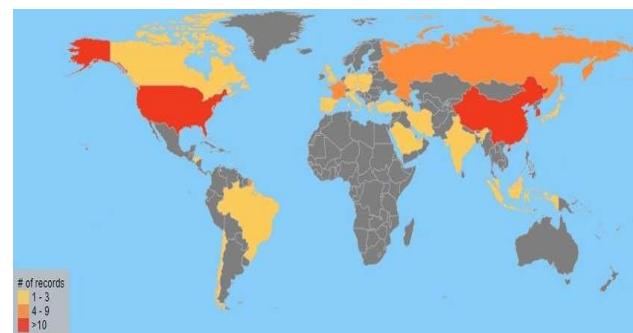


**Nota.** elaboración propia con Scopus.

En cuanto a la distribución geográfica, entre los 33 países analizados, Estados Unidos lidera con 19 publicaciones, seguido por China con 15 y Corea del Sur con 12. En conjunto, estos tres países representan

el 43% de la investigación mundial sobre drones en logística, impulsada principalmente por naciones con alto desarrollo tecnológico, aunque otros países comienzan a aportar de manera progresiva.

Figura 7. Países destacados.



Nota. Elaboración propia.

Los problemas identificados se clasificaron en cuatro categorías: infraestructura (57%), ruteo (20%), inventarios (14%) y logística (7%). En infraestructura,

los principales retos incluyen la integración de sensores, RFID y blockchain (Ortiz, 2020; Rhiat et al., 2022). En ruteo, se destacan los algoritmos genéticos y la planificación de trayectorias basadas en datos de inventarios (Radacsi et al., 2022; Guban & Udvaros, 2022). En inventarios, se analizaron métodos dinámicos de preparación de pedidos y sistemas de inspección mediante visión por computadora (Xu et al., 2018; De Falco et al., 2019). Finalmente, en logística [4] se abordan riesgos de implementación de drones y la interacción con los trabajadores (Ortiz, 2020).

La discusión de estos resultados evidencia que, aunque los drones tienen un gran potencial, todavía persisten barreras tecnológicas y económicas. Sin embargo, la [5] tendencia hacia la integración con tecnologías de la Industria 4.0 sugiere que su adopción crecerá progresivamente (Fernández-Caramés et al., 2019; Zhai et al., 2022).

## V. CONCLUSIONES

La utilización de drones en la gestión de almacenes constituye un campo emergente con gran potencial para transformar la logística. La investigación evidencia que la temática es reciente y se ha [6] consolidado a partir de 2019.

Los problemas más frecuentes se relacionan con infraestructura, ruteo, inventarios y logística, lo que refleja la necesidad de integrar drones con tecnologías como blockchain, deep learning y 5G. Estados Unidos, China y Corea del Sur lideran la investigación, marcando una fuerte influencia en el desarrollo del tema. Aunque aún existen barreras, la evolución [7] tecnológica indica que los drones serán cada vez más relevantes en los almacenes inteligentes del futuro.

## REFERENCIAS

- [1] N. Macoir *et al.*, “UWB Localization with Battery-Powered Wireless Backbone for Drone-Based Inventory Management,” *Sensors 2019*, Vol. 19, Page 467, vol. 19, no. 3, p. 467, Jan. 2019, doi: 10.3390/S19030467.
- [2] F. Benes, P. Stasa, J. Svub, G. Alfian, Y. S. Kang, and J. T. Rhee, “Investigation of UHF Signal [9] Strength Propagation at Warehouse Management Applications Based on Drones and RFID Technology Utilization,” *Applied Sciences 2022*, Vol. 12, Page 1277, vol. 12, no. 3, p. 1277, Jan. 2022, doi: 10.3390/APP12031277.
- [3] Maria Jose Escudero Serrano, “Logística de Almacenamiento 2 - A Edición - ESCUDERO [10] SERRANO, MARÍA JOSÉ - 1, 2, 2019 - Editorial Paraninfo - 8428340773 - Anna's Archive-10-39 | PDF.” Accessed: Sep. 09, 2025. [Online]. Available: <https://es.scribd.com/document/794801923/Logistica-de-almacenamiento-2-a-edicio-n-ESCUDERO-SERRANO-MARI-A-JOSE-1-2-2019-Editorial-Paraninfo-8428340773-b561ea6e12ef0a6?7OJTdPLitu9=29qwvaVhDV>
- [4] Ivan Thompson, “DEFINICIÓN DE LOGÍSTICA - Promonegocios.net.” Accessed: Sep. 09, 2025. [Online]. Available: <https://www.promonegocios.net/distribucion/definicion-logistica.html>
- [5] T. M. Fernández-Caramés, O. Blanco-Novoa, I. Froiz-Míguez, and P. Fraga-Lamas, “Towards an Autonomous Industry 4.0 Warehouse: A UAV and Blockchain-Based System for Inventory and Traceability Applications in Big Data-Driven Supply Chain Management,” *Sensors 2019*, Vol. 19, Page 2394, vol. 19, no. 10, p. 2394, May 2019, doi: 10.3390/S19102394.
- [6] D. Zhai, C. Wang, H. Cao, S. Garg, M. M. Hassan, and S. A. AlQahtani, “Deep neural network based UAV deployment and dynamic power control for 6G-Envisioned intelligent warehouse logistics system,” *Future Generation Computer Systems*, vol. 137, pp. 164–172, Dec. 2022, doi: 10.1016/J.FUTURE.2022.07.011.
- [7] W. Yesid, G. Alarcón, K. Nathalia, and T. Ortiz, “Estado del arte de la implementación del dron en las actividades logísticas,” Apr. 2020, Accessed: Sep. 09, 2025. [Online]. Available: <http://repository.unad.edu.co/handle/10596/33489>
- [8] L. Xu, V. R. Kamat, and C. C. Menassa, “Automatic extraction of 1D barcodes from video scans for drone-assisted inventory management in warehousing applications,” *International Journal of Logistics Research and Applications*, vol. 21, no. 3, pp. 243–258, May 2018, doi: 10.1080/13675567.2017.1393505.
- [9] A. De Falco, F. Narducci, and A. Petrosino, “An UAV autonomous warehouse inventorying by deep learning,” *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, vol. 11751 LNCS, pp. 443–453, 2019, doi: 10.1007/978-3-030-30642-7\_40.
- [10] A. Rhiat, L. Chalal, and A. Saadane, “A Smart Warehouse Using Robots and Drone to Optimize

- Inventory Management,” *Lecture Notes in Networks and Systems*, vol. 358 LNNS, pp. 475–483, 2022, doi: 10.1007/978-3-030-89906-6\_32.
- [11] H. Fang, F. Fang, Q. Hu, and Y. Wan, “Supply Chain Management: A Review and Bibliometric Analysis,” *Processes 2022, Vol. 10, Page 1681*, vol. 10, no. 9, p. 1681, Aug. 2022, doi: 10.3390/PR10091681.
- [12] T. Kosztyán *et al.*, “A Path Planning Model for Stock Inventory Using a Drone,” *Mathematics 2022, Vol. 10, Page 2899*, vol. 10, no. 16, p. 2899, Aug. 2022, doi: 10.3390/MATH10162899.
- [13] D. Tranfield, D. Denyer, and P. Smart, “Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review,” *British Journal of Management 2003*, vol. 14, no. 3, pp. 207–222, Sep. 2003, doi: 10.1111/1467-8551.00375.
- [14] H. Munthe-Kaas, H. Nøkleby, S. Lewin, and C. Glenton, “The TRANSFER Approach for Assessing the Transferability of Systematic Review Findings,” *BMC Medical Research Methodology 2020*, vol. 20, no. 1, p. 11, Jan. 2020, doi: 10.1186/s12874-019-0834-5–222, Sep. 2003, doi: 10.1111/1467-8551.00375.

# COMPARACIÓN ENTRE LOS MODELOS DEL UTILITARISMO, IGUALITARISMO, COMUNITARISMO, FEMINISMO Y LIBERTAD CON CAPACIDAD

Comparison between the models of utilitarianism, equalitarianism, communitarianism, feminism and freedom with capacity

Marco Alonso Pavajeau Cardiles<sup>1</sup>  
[marco.pavajeau@unipaz.edu.co](mailto:marco.pavajeau@unipaz.edu.co)

<sup>1</sup>Instituto Universitario de la Paz, Escuela de Ingeniería de Producción, Grupo de Investigación en Reingeniería, Innovación y Productividad, GREIP

Recibido: abril 27 de 2025 – Aceptado: noviembre 24 de 2025

## **Resumen**

Este artículo hace alusión a una comparación de modelos utilizados unos más que otros en nuestro diario vivir y que se encuentran de una manera u otra intrínsecos en nuestro actuar como ingenieros, el cual, inicia desde el concepto teórico, pasando por la perspectiva del colectivo social y llega a nuestro actuar profesional.

Este análisis conceptual está visionado de manera constructiva y para el desarrollo individual de cada profesional que hace parte de las ingenierías, en donde se verá identificado a través de compañeros, pareja, amigos y personas que hacen de nuestro diario vivir, una realidad que es atravesada por necesidades en donde las políticas internas y externas, estructuras organizacionales, la economía y otros factores, determinan un avance positivo o negativo de nosotros como ingenieros, hasta llegar en su defecto: de nuestro ser

**Palabras clave:** Utilitarismo, igualitarismo, comunitarismo, feminismo y Libertad.

## **Abstract**

This article refers to a comparison of models used more than others in our daily lives and that are found in one way or another intrinsic in our acting as engineers, which begins from the theoretical concept, goes through the perspective of the social group and reaches our professional act.

This conceptual analysis is visited in a constructive way and for the individual development of each professional who is part of the engineering, where it will be identified through classmates, partners, friends and people who make our daily life, a reality that is crossed by needs where internal and external policies, organizational structures, the economy and other factors, determine a positive or negative advance of us as engineers, until they reach in its absence.

**Keywords:** Utilitarianism, egalitarianism, communitarianism, feminism and freedom.

## I. INTRODUCCIÓN

Este artículo proporciona un análisis conceptual de cinco modelos que marcan de manera invisible el desarrollo de nuestra sociedad y la cultura misma que la ejerce, distintivamente del país en que nos encontramos, debido a que son términos significativos para el entendimiento y desarrollo de nuestro pensar, actuar y desarrollo colectivo, partes de las bases que nos forjan como comunidad, pueblo y nación.

Este artículo contiene información conceptual en cuanto a la forma de cómo penetra directa e indirectamente en las tomas de decisiones personales, laborales y estratégicas, al elevarlas como propias de toda sociedad competitiva, en igualdad o desigualdad. Así mismo, el entrelazar conceptos tan fuertes y/o determinantes nos ubica en un punto de análisis sobre quiénes y hacia dónde vamos, permitiendo de esta manera, una conjugación de saberes sobre los modelos de utilitarismo, igualitarismo, comunitarismo, feminismo y libertad con capacidad.

## II. DESARROLLO DEL ARTÍCULO

Para entrar en contexto, es necesario partir por el concepto declarado a nivel internacional de los mismos, los cuales son:

**Utilitarismo:** Doctrina filosófica moderna que considera la utilidad como principio de la moral.

Actitud que valora exageradamente la utilidad y antepone a toda su consecución.

**Igualitarismo:** Tendencia política que propugna la desaparición o atenuación de las diferencias sociales.

**Feminismo:** Doctrina social favorable a la mujer, a quien concede capacidad y derechos reservados antes los hombres.

Movimiento que exige para las mujeres iguales derechos que para los hombres.

Estos tres primeros conceptos son avalados por la Real Academia Española, mientras que por otra parte, el **Comunitarismo**, los expertos catalogan a esta palabra como; la mutua independencia del hombre y la estructura, en las cuales se exige una acción simultánea y coordinada, dirigidas a un tiempo en donde las verdades son medias, por otro lado, se define a su vez como la ideología que tiene por objetivo la instauración y desarrollo de un sistema socio-económico caracterizado por una estructura.

Por último, obtenemos la visión de Amalya Sen, la proyección del Desarrollo como Libertad o la **Libertad con Capacidad**, visto como calidad de vida y bienestar, un factor de crecimiento. Pero, para entender



en términos de aplicación todas estas ideologías como un proceso, debemos aplicarlo a una población, que, para efectos de este análisis, será nuestro país Colombia.

Nuestro territorio sin excepción, es una pieza más del conjunto de naciones que se ven afectadas, analizadas, diagnosticadas y que despiertan interés para entender y



conocer a fondo las conclusiones provistas en este ensayo.

### A. El feminismo

Tal vez el ideal o pensamiento más conocido es el feminismo, el cual por su catalogación de ismo (tendencia, doctrina o modo) lo convierte en un movimiento masivo y de nivel mundial, éste es una doctrina social que favorece o brinda el valor real del sexo femenino, discriminado desde la evolución misma de la sociedad, debido a la perspectiva dada como más física que intelectual, con llevándola a un estado irreal el cual generó necesidades de crear masas de mujeres, que apoyadas por hombres conocedores de la problemática, permitieron la aceptación paulatina de las exigencias de estas como figura con capacidades únicas e imprescindibles, permitiendo así, el acceso, disfrute y principio de oportunidad de obtener lo que en su mayor proporción hoy tienen.

En nuestro país Colombia, los antecedentes indican que la mujer, aún hoy en día, presenta una discriminación marcada en los altos cargos directivos de las compañías, en áreas productivas e incluso en los trabajos informales, mientras que en América Latina las mujeres lucharon por sus derechos tanto civiles como políticos desde mediados del siglo XIX, un poco después de Norte América y Europa, en donde tuvieron capacidad de voto para estos mismos tiempos.

La ideología de pelear por los mismos derechos de participación y representación en la sociedad para mujeres y hombres generó el feminismo, de lo cual, podemos terminar relacionándolo en mucha medida al igualitarismo, en donde éste se presenta como otra “tendencia que exige que todos los seres humanos deben ser tratados como iguales socialmente” (punto de partida del feminismo e incluso del desarrollo de la libertad), lo que conlleva a movimientos, marchas y luchas de derechos como la educación gratuita, mejores sistemas de salud, oportunidades laborales, desarrollo y demás sectores que desde ciertas perspectivas, son propias de la sociedad misma como un deber ser.

### B. El objetivo del Igualitarismo

El objetivo del igualitarismo por estabilizar y eliminar por completo las diferencias y aquellas distinciones que eclipsan de manera significativa a la sociedad, es el principio de este ismo, el cual en nuestro país se aplica fundamentado bajo una excelente constitución que protege, regula, asegura, vigila, brinda y lo expresa en toda su extensión, en donde utiliza la justicia como elemento esencial de la equidad en proporción a la virtud institucional de los bienes de las naciones, departamentos y municipios, brindando oportunidades de participar en iguales condiciones en los Consejos Municipales por ejemplo, activa participación ciudadana, capacidad de voz y voto, entre otras medidas de tipo social.

El igualitarismo definitivamente se lleva muy bien de la mano con el feminismo, e incluso, relación con los demás conceptos tratados en este artículo, como sucede con el utilitarismo, el cual, como indicamos anteriormente es una filosofía que considera la utilidad como principio de la moral y antepone todo a su consecución, en este punto, la esencia de definir la corrección de toda acción por su necesidad, lo convierte en consencuencialismo. Este proceso o formula que busca la felicidad, la satisfacción de preferencias, lo realmente valioso por cada individuo y su reflexión en cuanto a la racionalización imparcial de la vida social, podemos verla reflejada en el estado en general, el cual vigila y nos provee de la manera más moralista, sana y sin perjuicios el bien común y colectivo de todos los ciudadanos, sin discriminar o catalogar por razas, sexo, edad o características particulares de las comunidades, regiones o sociedades mismas, el igualitarismo se centra definitivamente en metas alcanzables y reales para el individuo o el colectivo, buscando la finalidad de ver cuantos se benefician.

Aunque su enfoque económico no toma en cuenta los costos de transferencias de ingresos, genera que el gravamen con impuestos de ingresos que los ciudadanos obtienen de sus fuentes de trabajo o ingreso, provocando la disminución de la labor de las mismas, en otras palabras, trabajen menos por lo mismo.

### C. El Comunitarismo



Por otro lado, tenemos el comunitarismo, dirigido a los sistemas de organización y gestión políticos comunitarios que integran los intereses diversos del estado soberano, promovido principalmente por la interdependencia, la democracia cooperativa, el interés colectivo, las agrupaciones de diferentes índoles culturales y raizales, que finalmente se presentan a finales del siglo XX como una visión de la sociedad. En nuestro país, podemos argumentar que el comunitarismo se aplica en los principios liberales impresos en la constitución: la libertad, la justicia, los derechos y la igualdad son principios enmarcados en cada una de las normas, reglas, leyes y jurisprudencias del Estado.

El comunitarismo como tendencia (un tanto joven en comparación a otros modelos), ha contribuido al refuerzo de nuevos movimientos por sus ideales filosóficos, incluso va en contra del liberalismo argumentado por John Rawls, el cual propone opacar las demás teorías de la justicia y de la filosofía moral, incluyendo el utilitarismo, aunque desde mi perspectiva comparto mucho su contraposición frente al individualismo liberal, el cual atenta ante la relación humana social a las famosas y necesarias transacciones comerciales.

### D. La Libertad con Capacidad

Por último, tenemos el Desarrollo de la Libertad de Amantya el cual propone desde la perspectiva lógica y coherente de un experto en economía y conocedor de la filosofía más pura, que *"los logros positivos de la gente resultan de las variables económicas, libertades políticas, poderes sociales, condiciones adecuadas para buena salud y educación básica y el fomento para el desarrollo de iniciativas"*.

Partiendo de esta premisa, el Desarrollo como Libertad me parece una visión amplia y aceptada que conjuga los aspectos más sencillos de la vida, el deber del estado y la responsabilidad de las organizaciones, además, adiciona términos como la responsabilidad social, la equidad, la libertad, el desarrollo sostenible, el pensar y actuar de la mejor manera pensando en los demás, el propender por una economía dirigida a beneficiar a todos, en fin, es en general un pensamiento que deslumbra por su manera de impactar fundamentalmente en la expansión de las libertades de los principios y valores, desde la integralidad de la economía y otros procesos ligados al desarrollo.

Este pensamiento se fundamenta en cinco principios que incluso, algunos de ellos prevalecen en el feminismo, igualitarismo, comunitarismo y el utilitarismo, los cuales son:

- Libertades políticas.
- Facilidades Económicas.
- Oportunidades Sociales.
- Garantías de transparencia.
- Redes de Seguridad.

Desde mi punto de vista coinciden porque son tendencias o filosofías de tipo social con elementos económicos, políticos e incluso religiosos, lo que facilita una penetración más ágil o flexible para su aceptación frente a la sociedad en general, lo que conlleva a ser analizada y tenida en cuenta a niveles incluso mundiales. En nuestro país el Desarrollo de Libertad lo veo en pañales, debido a las dificultades del estado en actuar de manera rápida y eficaz, el crecimiento de la desigualdad y la pobreza, por la economía que favorece al sector privado, por el abandono a ciertos territorios que carecen aún en el siglo XXI de los servicios básicos como los de salud.

Los beneficios y limitantes de cada uno de los modelos nos conducen a que se generen iniciativas progresivas y benéficas a la sociedad en general, por ejemplo, encontramos que empresas como Crepes & Waffles contrata para su red de restaurantes únicamente mujeres cabeza de hogar o madres solteras, con el objetivo de apoyar y proteger a través del trabajo, el bienestar de una familia debido a la ausencia de un padre que se responsabilice del mismo. La responsabilidad social puede ser vista de diferentes maneras y aunque esta discrimine talento humano potencial como mujeres profesionales y sin hijos, el contexto en que se presenta o expone esta realidad permite asegurar y/o solucionar dificultades evidentes en nuestra sociedad machista.



Muy seguramente el ejemplo anterior de feminismo va en contra del igualitarismo que busca en los aspectos sociales, igualar toda oportunidad de los que conformamos la sociedad misma, como sucede en empresas de estructura organizacional expansionista, en donde todos participan en las decisiones empresariales incluso las de compra, porque todos tienen derecho de saber y divulgar lo que sucede dentro y fuera de la compañía. Así mismo, en nuestro país y sobre todo en las entidades públicas, podemos ver que el comunitarismo se ve aplicado en algunas entidades que promueven el desarrollo social, desde la programación misma como sucede en el Departamento Nacional de Planeación – DNP hasta las actividades desarrolladas por Acción Social de la Presidencia de la Republica.

#### E. El Utilitarismo como herramienta social

Concepto enérgico partiendo de su base, que afirma en que “*La mejor felicidad es aquella que produce mayor bienestar para el mayor número de personas, de donde las acciones (sin excepción alguna), debe ser juzgada o evaluada desde la consecuencia o resultado, si estuvo bien o mal desde la moralidad*”.

Analizando este modelo como parte del análisis, podríamos verlo desde muchos ángulos, el capitalismo e incluso el mismo socialismo lo ven como parte del consecuencialismo, debido a que nosotros los ingenieros en muchas ocasiones podemos generar beneficios de diferentes formas: empleo, bienestar, estabilidad, desarrollo, progreso, entre otras variables propias de nuestra evolución como ente colectivo, pero también podemos generar pobreza, destrucción, desigualdad, etc.

Al involucrar la moralidad a una ciencia del conocimiento es complicado determinar resultados favorables o no, incluso, la naturaleza misma es un ejemplo que detalla lo cruda o lo real que es la supervivencia del más débil e incluso, del más fuerte, porque sin excepción, todos estamos expuestos moralmente a ser juzgados por nuestros actos.

#### III. CONCLUSIONES

Los modelos de tendencia tienen un paralelismo centrado en los aspectos sociales y pensamientos básicamente filosóficos, con corrientes económicas, financieras, políticas y legales, considerando que cada una de ellas se rige y promueve bajo los derechos mismos de los seres humanos y las sociedades legalmente constituidas y reconocidas.

De igual modo, encontramos que la libertad juega un papel importante en cada uno de los movimientos expresados en este ensayo, en donde se termina constituyendo como el ente universal de toda filosofía, doctrina y movimiento de masas, desde lo individual hasta lo colectivo, partiendo de la esencia misma y natural del ser humano, porque simplemente no seríamos nadie si no disponemos de libertad para expresarnos, sentir, promover, hacer, entre otras acciones que, como lo decía Aristóteles “*Somos seres sociales por naturaleza*”, diría de mi parte que el hombre es “*Por naturaleza, necesariamente libre para mantenerse en continua evolución*”.

No hay duda que existen diferencias marcadas entre los modelos, el Desarrollo como Libertad que busca la calidad de vida digna y merecida por todos los habitantes de la tierra, mediante esquemas de economía que busquen el cumplimiento de los principios del igualitarismo, comunitarismo y de manera directa e indirecta el feminismo, son partes positivas de las acciones que conducen este tipo de modelos frente a las negativas que también repercuten sobre la sociedad misma, por ejemplo, se busca que la moralidad juegue un papel importante en las decisiones de la sociedad cuando las religiones son diferentes, no somos una sola religión, pero aun así, buscamos la manera de anteponer en la mayoría minimizando a los de la minoría, reconozco que es complicado poner a miles bajo una sola decisión que sea agradable para todos, pero así es nuestro mundo, incomprendible y en ocasiones poco justo, pero al menos nos brinda oportunidades de vez en cuando y de cuando en vez, de

manera continua, manteniendo la idea en nuestros pensamientos y anhelos, de tener una mejor sociedad.

#### AGRADECIMIENTOS

Agradecido de la Universidad de la Paz en Barrancabermeja, Colombia, en permitir la posibilidad de exteriorizar este artículo, en su momento, a la Universidad del Magdalena que fue la forjadora de generar en mí, la necesidad de estudiar sobre esta temática tan diferente y especial, facilitando en mí la comprensión y el entendimiento de modelos que aplicamos sin saber que lo hacemos en nuestro día a día, con nuestras parejas, círculo social y comunidad.

#### REFERENCIAS

- [1] Peraigne B. F., (2015, abril) “La universidad en el igualitarismo socialdemócrata” IEEE Trans. El Diario, España. Disponible en: [https://www.eldiario.es/agendapublica/impacto\\_social/universidad-igualitarismo-socialdemocrata\\_1\\_4277847.html](https://www.eldiario.es/agendapublica/impacto_social/universidad-igualitarismo-socialdemocrata_1_4277847.html).
- [2] Natalia E. A., (2005). “Tercera generación de pensadores jurídicos: Filosofía, teoría y sociología del derecho en el campo jurídico colombiano”, pp. 13-55. Disponible en: <https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/217e7f7bc522-412d-bf6f-16db5031177e/content>
- [3] Aitiana P. S., (2025, marzo) “Una breve historia del feminismo y los nombres clave” IEEE Trans. National Geographic, Londres, Inglaterra. Disponible en: [https://www.nationalgeographic.com.es/a/breve-historia-feminismo-fechas-nombres-clave\\_17778](https://www.nationalgeographic.com.es/a/breve-historia-feminismo-fechas-nombres-clave_17778)
- [4] Peraigne B. F., (2015, abril) “La universidad en el igualitarismo socialdemócrata” IEEE Trans. El Diario, Madrid – España. Disponible en: [https://www.eldiario.es/agendapublica/impacto\\_social/universidad-igualitarismo-socialdemocrata\\_1\\_4277847.html](https://www.eldiario.es/agendapublica/impacto_social/universidad-igualitarismo-socialdemocrata_1_4277847.html)
- [5] Rivera-Sotelo A.S., (2011, dic) “El Utilitarismo de Jeremy Bentham ¿Fundamento de la teoría de Leon Walras” IEEE Trans. Cuadernos de economía, Bogotá – Colombia.
- [6] Richards, J. E., (2006) “Las Feministas, los movimientos de emancipación de la mujer en Europa, América y Australia (1840 – 1920)”, 1ra ed., Madrid, España, Siglo XXI Editores, pp. 1 - 162.
- [7] Rothbard M. N. (2019) “El igualitarismo. una rebelión contra la naturaleza” (1ra ed.), Madrid – España, Unión editorial, pp 53 – 73.
- [8] Rothbard M. N. (2019) “El igualitarismo. una rebelión contra la naturaleza” (1ra ed.), Madrid – España, Unión editorial, pp 53 – 73.
- [9] Guyot Y., (2014) “La democracia individualista”, 1ra ed., Paris – Francia, La Antorcha, pp 133 – 162.
- [10] Urquijo M. J., (2008) “Libertad Como Capacidad. Un Enfoque De Las Capacidades De Amartya Sen Y Sus Implicaciones En La Ética Social” 1ra Ed., Universidad del Valle, Bogotá – Colombia, pp 44 – 72.

**Marco Alonso Pavajeau Cardiles.** Magister en Desarrollo Empresarial de la Universidad del Magdalena, Santa Marta – Colombia (2017), Especialista en Administración y Gerencia en Sistemas de Gestión de la Calidad de la Universidad Santo Tomás, Bogotá – Colombia (2011) e Ingeniero Industrial de la Universidad de la Guajira, Riohacha – Colombia (2006). Profesional de 19 años de experiencia, experto en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos, Sistemas de Gestión de la Calidad e Información, Planeación y Ejecución de PES y POA. Líder en Logística y Administración a gran escala y Consultor para el Desarrollo de Unidades de Negocios en Industrias MICE.



Actualmente, laboro como docente en el Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ, en la ciudad de Barrancabermeja, Colombia, Gestor de Calidad en el Laboratorio de Mantenimiento Predictivo del Centro de Industria y Servicios del Meta en Villavicencio Colombia, Docente Internacional en la Escuela de Profesionales de Lima, Perú y como Asesor Externo de proyectos para la empresa CORGESPRO, Chocó – Colombia. Las líneas bases de investigación corresponden al sector agroindustrial, mantenimiento industrial, calidad, desarrollo organizacional, políticas sociales de desarrollo, pensamiento disruptivo, inversión e ingeniería.

ORCID: <https://orcid.org/my-orcid?orcid=0000-0002-9702-5962>.

# IMPLEMENTACIÓN DE UN CURSO VIRTUAL SOBRE SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA CALIDAD ISO 9001:2015 MEDIADO POR TIC

Implementation of a Virtual Course on Quality Management Systems ISO 9001:2015 Mediated by TIC

Jonathan Javier Galvis Cano<sup>1</sup>  
[jonathanjgalviscano@gmail.com](mailto:jonathanjgalviscano@gmail.com)

<sup>1</sup>Universidad de Investigación y Desarrollo UDI

Recibido: agosto 01 de 2025 – Aceptado: noviembre 26 de 2025

## **Resumen**

Este estudio presenta el diseño e implementación de un curso virtual sobre Sistemas de Gestión de la Calidad ISO 9001:2015, utilizando Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y el modelo de diseño instruccional ADDIE. El curso se desarrolló en la plataforma de aprendizaje Q10 Académico, utilizada por la empresa Centro Latinoamericano de Atención Prehospitalaria (Celaph). La investigación incluyó un diagnóstico inicial basado en encuestas aplicadas a 30 estudiantes de Ingeniería Industrial, que evidenciaron deficiencias en auditorías internas y documentación de procesos. Con base en estos hallazgos, se diseñaron cuatro módulos de aprendizaje con un enfoque práctico, integrando simulaciones y estudios de caso. Los resultados muestran un proceso innovador en la enseñanza para la comprensión de la norma ISO 9001, aunque se identificaron oportunidades para fortalecer la interacción sincrónica y el uso de herramientas digitales avanzadas.

**Palabras clave:** Administración, Calidad, Estrategia, Ingeniería, ISO 9001, Mejora, Sistemas, Pedagogía, , TIC

## **Abstract**

This study presents the design and implementation of a virtual course on Quality Management Systems ISO 9001:2015, using Information and Communication Technologies (ICTs) and the ADDIE instructional design model. The course was developed on the Q10 Academic learning platform, used by the Celaph company. The research included an initial diagnosis based on surveys administered to 30 Industrial Engineering students, which revealed deficiencies in internal audits and process documentation. Based on these findings, four learning modules were designed with a practical approach, integrating simulations and case studies. The results show an innovative process for teaching students to understand the ISO 9001 standard, although opportunities were identified to strengthen synchronous interaction and the use of advanced digital tools.

**Keywords:** Administration, Quality, Strategy, Engineering, Pedagogy, Improvement, ICT

## I. INTRODUCCIÓN

La integración de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la educación ha transformado los procesos de enseñanza y aprendizaje, favoreciendo modelos de instrucción más flexibles y adaptativos (Cabero, 2019). En el campo de la gestión de la calidad, la formación en normas ISO requiere metodologías innovadoras que permitan a los estudiantes desarrollar competencias aplicadas en entornos virtuales (Montgomery, 2012). La norma ISO 9001:2015 enfatiza la importancia de la gestión basada en procesos, el liderazgo organizacional y la mejora continua, factores esenciales en la formación de profesionales en calidad (International Organization for Standardization [ISO], 2015).

El presente estudio aborda la implementación de un curso virtual diseñado bajo el modelo ADDIE, estructurado en la plataforma Q10 Académico y gestionado por la empresa Celaph Colombia, con el objetivo de fortalecer la enseñanza de la norma ISO 9001:2015. A partir de un diagnóstico inicial mediante encuestas aplicadas a 30 estudiantes de Ingeniería Industrial, se identificaron deficiencias específicas en auditorías internas y documentación de procesos. Con base en estos hallazgos, se establecieron las competencias clave necesarias para el curso virtual y se implementó en la plataforma Q10, sin realizar una fase posterior de evaluación del aprendizaje.

Desde una perspectiva teórica, la gestión de la calidad ha evolucionado desde los principios del control estadístico de procesos (Shewhart, 1931) hasta la mejora continua y el ciclo Planear-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA) propuesto por Deming (1986). Asimismo, la aplicación de TIC en la educación ha sido ampliamente estudiada por Reigeluth (2019), quien destaca su potencial para personalizar el aprendizaje y mejorar la interacción en entornos virtuales. Estudios previos han demostrado que el uso de metodologías activas como el aprendizaje basado en problemas (ABP) y las simulaciones pueden mejorar la comprensión de normas de calidad (Páez & Ordóñez, 2014).

El objetivo principal de este estudio es analizar la implementación del curso virtual en Q10 y su alineación con las competencias identificadas en el diagnóstico inicial. Se espera que esta investigación aporte conocimientos valiosos sobre el diseño instruccional de cursos virtuales en gestión de la calidad y contribuya a futuras iniciativas de formación mediadas por TIC.

### I. METODOLOGÍA

#### A. *Tipo de estudio*

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo y explicativo, permitiendo evaluar el impacto del curso en el aprendizaje de los estudiantes (Hernández, Fernández & Baptista, 2014).

#### B. *Participantes*

Se trabajó con una muestra de 30 estudiantes de Ingeniería Industrial, seleccionados mediante muestreo no probabilístico intencional, quienes participaron en la encuesta y posteriormente algunos de ellos se inscribieron en el curso en línea de Sistemas de Gestión de Calidad ISO 9001:2015..

#### C. *Materiales e instrumentos*

Se utilizó la plataforma virtual Q10 Académico para la gestión del curso. Se consultaron los diferentes programas y planes de estudio de algunas universidades e institutos que ofrecen cursos relacionados con la gestión de la calidad y las norma ISO 9001:2015, y se aplicó una encuesta previa a un grupo de estudiantes que ya habían cursado la materia en Gestión de la Calidad para identificar su nivel de conocimientos respecto a la temática abordada.

Se utilizaron diferentes herramientas virtuales como Canva, Educaplay, Kahoot, Fliki y Genially para la creación de contenidos y la divulgación del conocimiento.

#### D. *Encuesta*

El objetivo de la encuesta fue identificar el nivel de conocimiento y las áreas de mayor impacto para el aprendizaje de los Sistemas de Gestión de la Calidad

ISO 9001:2015, con el fin de diseñar un curso virtual adaptado a sus necesidades. Este instrumento permitió evaluar fortalezas y debilidades en temas clave como auditorías internas, documentación de procesos y normativas de calidad , proporcionando una base para estructurar los módulos del curso.

**Población y Muestra:** Se aplicó a 30 estudiantes de Ingeniería Industrial que ya habían cursado la asignatura de Gestión de la Calidad , con el propósito de medir su nivel de competencia en los conceptos de gestión de la calidad y la norma ISO 9001:2015.

**Instrumento:** Se utilizó una escala Likert de cinco niveles (1 = Totalmente en desacuerdo, 5 = Totalmente de acuerdo) para evaluar el grado de conocimiento y habilidades en gestión de calidad.

**Dimensiones Evaluadas:**

**Saberes conceptuales:** Conocimientos sobre la norma ISO 9001, principios de calidad y mejora continua.

**Saberes procedimentales:** Habilidades en auditoría interna, documentación y aplicación de herramientas de calidad.

**Saberes actitudinales:** Compromiso con la calidad, cumplimiento normativo y trabajo en equipo.

*E. Los hallazgos revelaron que los estudiantes presentaban dificultades significativas en la ejecución de auditorías internas y en la documentación de procesos. Estos resultados fueron clave para estructurar el curso, priorizando metodologías activas como simulaciones de auditoría, estudios de caso y gamificación .*

*F. Esta encuesta sirvió como diagnóstico inicial, permitiendo adaptar el diseño instructivo a las necesidades específicas de los estudiantes y garantizar un enfoque práctico y contextualizado en la enseñanza de la norma ISO 9001:2015*

#### *G. Procedimiento*

Se desarrollaron cuatro fases fundamentales que guiaron la implementación del curso, cada una con objetivos y actividades específicas:

**Diseño instruccional con base en ADDIE:** En esta fase, se definieron los objetivos de aprendizaje, la estructura del curso y los contenidos a desarrollar,

alineándolos con el modelo ADDIE para garantizar un proceso de enseñanza efectivo y estructurado.

**Carga de contenidos y configuración en Q10:** Se subieron los módulos, materiales didácticos y recursos interactivos a la plataforma de aprendizaje Q10, asegurando su correcta organización y accesibilidad para los estudiantes.

**Implementación y seguimiento:** Se llevó a cabo la ejecución del curso con la divulgación del mismo a través de la página web de la empresa Celaph, para lograr una participación activa de los estudiantes, y el monitoreo de su progreso así como la recopilación de información sobre su interacción con los contenidos y actividades se tienen varios canales de comunicación donde los interesados pueden consultar todo lo relacionado al curso, como precios, módulos, temáticas y campos de acción para ejercer su conocimiento.

**Evaluación del impacto en el aprendizaje:** Se aplicaron sólo algunas encuestas para percibir los grados de interés y satisfacción de los clientes que han tomado el curso, pues hasta ahora se encuentra en su fase de divulgación y mercadeo.

## II. RESULTADOS

Con base en los objetivos planteados en el proyecto, los principales resultados son los siguientes:

**1.Diagnóstico Inicial Mediante Encuesta:** La encuesta aplicada a 30 estudiantes de Ingeniería Industrial que habían cursado la asignatura de calidad permitió identificar deficiencias en auditoría interna y documentación de procesos . Se utilizó una escala Likert de cinco niveles,evaluando saberes conceptuales, procedimentales y actitudinales en la gestión de calidad.

Los resultados evidenciaron que: 50% de los estudiantes tenía un nivel alto de conocimientos en fundamentos de calidad. como lo demuestran los resultados de la pregunta 1. Conocimiento sobre ISO 9001:2015

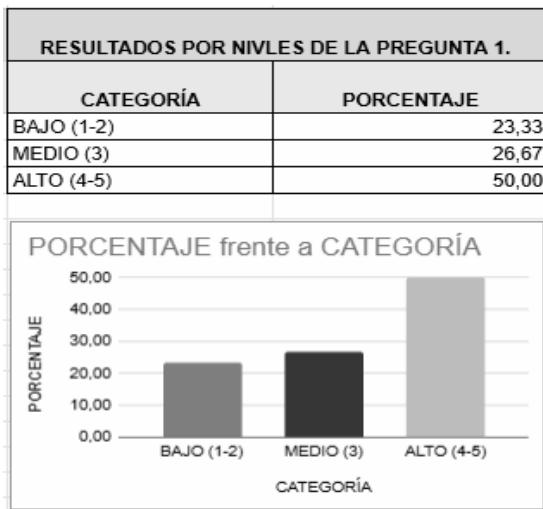


Figura 1. Resultados por niveles de la pregunta 1. Conocimiento sobre ISO 9001:2015

Más del 60% mostró dificultades en auditoría interna y documentación de procesos.

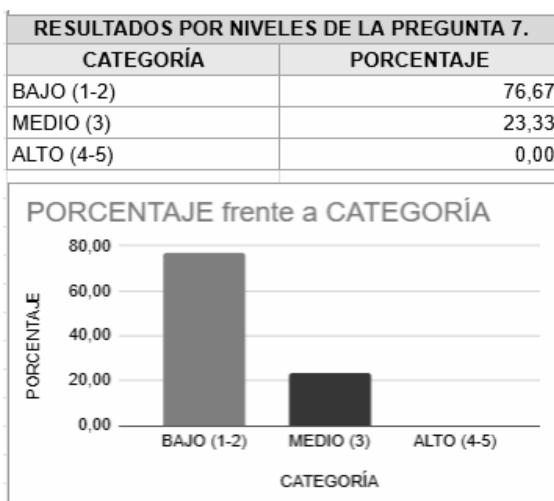


Figura 2. Resultados por niveles de la pregunta 7. Auditoría Interna según ISO 9001:2015

Los saberes actitudinales (compromiso con la calidad y trabajo en equipo) se ubicaron en un nivel medio, indicando oportunidades de mejora.

RESULTADOS POR NIVELES DE LA PREGUNTA 9.	
CATEGORÍA	PORCENTAJE
BAJO (1-2)	23,33
MEDIO (3)	26,67
ALTO (4-5)	50,00

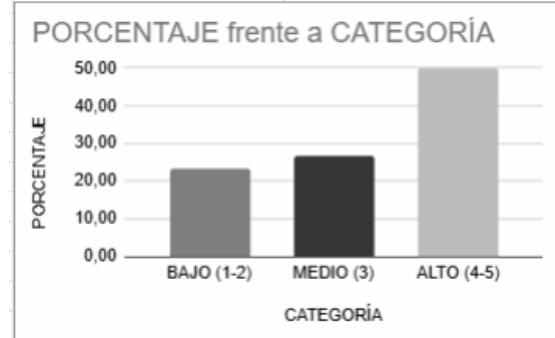


Figura 3. Resultados por niveles de la pregunta 9. Compromiso con la Calidad y Mejora Continua

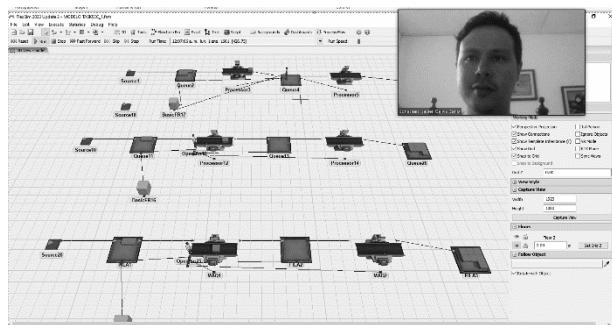
Estos hallazgos fueron clave para la estructuración del curso, priorizando metodologías activas como el aprendizaje basado en problemas (ABP) y simulaciones de casos reales .

2. Diseño e Implementación de un Curso Virtual en ISO 9001:2015: Se logró desarrollar un curso virtual sobre Sistemas de Gestión de la Calidad ISO 9001:2015 , estructurado en la plataforma Q10 Académico , utilizada por la empresa Celaph para ofrecer sus programas de formación para el trabajo. Este curso se diseñó siguiendo el modelo ADDIE, asegurando una enseñanza estructurada y progresiva, que incluyó cuatro módulos:

Módulo 1: Fundamentos de la Calidad y la Norma ISO 9001:2015.  
 Módulo 2: Implementación de un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC).  
 Módulo 3: Auditoría y Mejora del SGC.  
 Módulo 4: Cultura de Calidad y Gestión Estratégica.

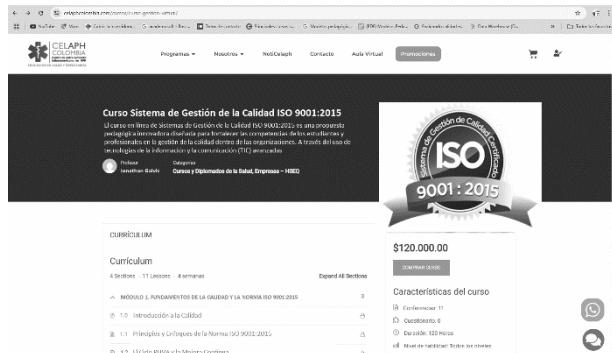
Por ejemplo para reforzar el aprendizaje, en los módulos diseñados se integraron videos interactivos donde se grabaron clases demostrativas utilizando el software FlexSim 2023 Update 2, una herramienta avanzada de simulación de sistemas productivos. En particular, en el Capítulo 6 del curso, los estudiantes exploraron el uso de herramientas estadísticas para el control y mejora de la calidad en una organización

a través de ejemplos prácticos en FlexSim (FlexSim Software Products, 2023). Esto permitió contextualizar la teoría con su aplicación en escenarios reales de manufactura y logística, facilitando el desarrollo de habilidades analíticas y de toma de decisiones.



*Figura 4.* Simulación de proceso productivo como herramienta estadística para la comprensión del Capítulo 6.

Así mismo el diseño instructivo integró recursos interactivos, videos explicativos, simulaciones de auditoría y foros de discusión , con el objetivo de fortalecer el aprendizaje autónomo y colaborativo en un entorno virtual..



*Figura 5.* Curso Sistemas de Gestión de la Calidad ISO 9001:2015 en Celaph Colombia

Estos resultados refuerzan la idea de que la enseñanza virtual mediada por TIC es una estrategia efectiva para la formación en gestión de la calidad ISO 9001:2015, validando la aplicabilidad del modelo ADDIE en el desarrollo de programas educativos virtuales.

### 1) Discusión

El modelo ADDIE demostró ser una herramienta eficaz para estructurar el curso. Coincidiendo con Reigeluth (2019), este enfoque permite una adaptación progresiva de los contenidos según las necesidades de los estudiantes. Además, el uso de TIC en la formación en calidad ha demostrado ser un atractivo para el mercado y el fomento del aprendizaje significativo (Páez & Ordóñez, 2014).

No obstante, los hallazgos sugieren que se deben integrar métodos complementarios como webinars y tutorías personalizadas para optimizar la experiencia de aprendizaje.

### III. CONCLUSIONES

Los hallazgos de esta investigación confirman que la integración de TIC en la enseñanza de Sistemas de Gestión de la Calidad es una estrategia efectiva para la formación en esta disciplina. La implementación del curso en la plataforma Q10 Académico permitió estructurar un modelo de enseñanza flexible y adaptado a las necesidades de los estudiantes, alineado con las competencias identificadas en el diagnóstico inicial. Esto coincide con lo señalado por Cabero (2019), quien resalta que la incorporación de TIC facilita la interactividad y la accesibilidad en la educación superior.

El diseño del curso basado en el modelo ADDIE demostró ser una metodología eficaz para la estructuración y carga de contenidos en entornos virtuales, garantizando una secuencia lógica en el proceso de aprendizaje (Branch & Merrill, 2012). La inclusión de metodologías activas, como el aprendizaje basado en problemas y las simulaciones, favoreció la apropiación de conocimientos clave en auditoría interna y documentación de procesos, en línea con las recomendaciones de Páez & Ordóñez (2014).

Sin embargo, se identificaron áreas de mejora en la interacción sincrónica, lo que concuerda con estudios previos que resaltan la importancia de tutorías en tiempo real para reforzar la comprensión de los contenidos (Reigeluth, 2019). Para futuras implementaciones, se recomienda la incorporación de webinars y sesiones de consulta en vivo que complementen la formación asincrónica y refuerzen el aprendizaje colaborativo.

Otro aspecto a considerar es la accesibilidad desde dispositivos móviles, un elemento clave para mejorar la experiencia de los usuarios y ampliar el alcance del curso (Montgomery, 2012). Se sugiere optimizar la navegación en Q10 Académico y garantizar compatibilidad con diversas plataformas digitales.

En conclusión, este estudio evidencia el potencial de las TIC en la enseñanza de la gestión de la calidad y establece una base sólida para futuras investigaciones. Se recomienda la continuidad de estudios longitudinales que evalúen el impacto del curso en la formación profesional y su aplicación en contextos reales.

### Agradecimientos

A la Universidad de Investigación y Desarrollo UDI, y a todo el cuerpo docente que aportó con sus conocimientos a mejorar el aprendizaje en TIC para la Educación.

A mis estudiantes del programa académico de Ingeniería Industrial, a quienes siempre les repito con ahínco: “Nuestro hábito es mejorar, somos excelencia sobre dificultades”.

A Gerzaín Argüello León, CEO del Centro Latinoamericano de Atención Prehospitalaria (Celaph) por su apoyo y confianza en este proyecto.

### IV. REFERENCIAS

- Branch, R. M., & Merrill, M. D. (2012). Designing effective instruction (6th ed.). John Wiley & Sons.
- Cabero, J. (2019). TIC en la educación: Estrategias para la enseñanza digital. Editorial Síntesis.
- Centro de Entrenamiento Latinoamericano en APH (2025), Nosotros. <https://www.celaphcolombia.com/nosotros/>
- Deming, W. E. (1986). Out of the crisis. MIT Press.
- FlexSim Software Products. (2023). FlexSim 2023 Update 2: NVIDIA Omniverse, USD, restricted models, and more. Recuperado el 04 de marzo de 2025 de [FlexSim 2023 Update 2: NVIDIA Omniverse, USD, Restricted Models, and more](#)
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación (6<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill.
- Páez Rincón, M. F., & Ordóñez Galeano, P. E. (2014). Propuesta de un modelo pedagógico basado

en la metodología de casos y el uso de TIC para el desarrollo de habilidades gerenciales en estudiantes de posgrado. *Innovar Journal*, 24(54), 51-62.

Rafiq, Shahid & Iqbal, Saleem & Afzal, Dr. (2024). The Impact of Digital Tools and Online Learning Platforms on Higher Education Learning Outcomes. Montgomery, D. C. (2012). Introduction to statistical quality control (7th ed.). Wiley.

Oakland, J. S. (2003). Total quality management: Text with cases (3rd ed.). Butterworth-Heinemann.

Q10. (2025). ¿Qué es Q10?. [www.q10.com/Colombia](http://www.q10.com/Colombia)

Reigeluth, C. M. (2019). Instructional theory and technology for the new paradigm of education. Routledge.

Shewhart, W. A. (1931). Economic control of quality of manufactured product. Van Nostrand.



Jonathan Javier Galvis Cano

Ingeniero Industrial egresado de la Universidad Industrial de Santander (UIS), Especialista en Gerencia en Riesgos Laborales, Seguridad y Salud en el Trabajo, y Magíster en Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) para la Educación por la Universidad de Investigación y Desarrollo (UDI). Además, cuenta con formación técnica en Gestión Integral del Riesgo de Desastres y certificación como Auditor Interno en Sistemas Integrados de Gestión HSEQ (ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 e ISO 45001:2018).

Su trayectoria profesional integra los campos de la ingeniería industrial, la educación y la gestión del riesgo, desempeñándose en instituciones públicas y privadas como la Universidad Industrial de Santander, la Universidad de Investigación y

Desarrollo (UDI), la Alcaldía Municipal del Socorro (Santander), y el Centro de Entrenamiento Latinoamericano en APH (Celaph), donde ha liderado procesos formativos, de asesoría técnica y de implementación de sistemas de gestión.

Como investigador y educador, Galvis Cano ha centrado su interés en la aplicación de las TIC en la enseñanza de la ingeniería y la gestión del riesgo bajo los principios de la calidad, particularmente en el diseño instruccional de cursos virtuales orientados a la comprensión de conceptos prácticos de los procesos estratégicos de las organizaciones. Su artículo científico titulado “Implementación de un Curso Virtual sobre Sistemas de Gestión de la Calidad ISO 9001:2015 Mediado por TIC”, constituyó el resultado de su trabajo de grado para la obtención del título de Magíster en TIC para la Educación (Galvis Cano, 2025).

En dicho estudio, el autor desarrolló un curso virtual mediado por TIC bajo el modelo de diseño instruccional ADDIE, implementándolo en una plataforma virtual, donde se integraron recursos digitales, simulaciones y metodologías activas de aprendizaje. Los resultados de su investigación evidencian la efectividad del uso de entornos virtuales en la formación en gestión de la calidad, destacando la innovación pedagógica como un componente esencial en la enseñanza universitaria aplicada a la ingeniería (Galvis Cano, 2025).

Su producción académica y su experiencia profesional reflejan una sólida articulación entre la gestión del conocimiento, la tecnología educativa y la mejora continua, orientada a promover una educación técnica y profesional de alta calidad, adaptada a los desafíos contemporáneos de la transformación digital