

REVISTA RIDING

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



VIGILADA MIN EDUCACIÓN

.....

VOL. 10 NÚMERO 1

.....



ESCUELA DE INGENIERÍA
DE PRODUCCIÓN



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

María del Pilar Giraldo Castrillón


Sitio en línea:

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



CONTENIDO

Caracterización de factores de riesgo psicosocial en una empresa del sector de la construcción, ubicada en Colombia	1
<i>C.T. Daza Ríos; D.F. Muralla Lozano; L.J. Ardila Lara; Y.Z. Gamboa Ayala</i>	
Impacto del Trabajo Híbrido y la Salud Mental: Nuevos Desafíos para la Seguridad y Salud en el Trabajo en Colombia	06
<i>L.L Atencia Jiménez</i>	
Análisis de la huella de carbono empresarial como instrumento de gestión ambiental en MiPymes del sector de las telecomunicaciones en Barrancabermeja – Santander	14
<i>A Palencia Martínez</i>	
Diseño de una Estructura Tipo Marquesina para el Secado Homogéneo y Rápido del Café	19
<i>S.Y. Lozano Arias</i>	
Implementación del programa de mantenimiento preventivo para un parque automotor del sector industrial en la ciudad de Barrancabermeja.....	27
<i>Y. Bautista Tafur; I.J. Cobos Macías</i>	
Diseño de estrategias interdisciplinarias para la mejora de procesos avícolas: un enfoque desde la formación, producción y la SST.....	35
<i>Y. H. Romero Guerra</i>	



CARACTERIZACIÓN DE FACTORES DE RIESGO PSICOSOCIAL EN UNA EMPRESA DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN, UBICADA EN COLOMBIA

Characterization of Psychosocial Risk Factors in a Construction Sector Company, located in Colombia

Cindy Tatiana Daza Rios¹

cindydaza73@tecnologicadeloriente.edu.co

Daniela Fernanda Muralla Lozano¹

dmurallalozano1@gmail.com

Laura Juliana Ardila Lara¹

lauraardila159@tecnologicadeloriente.edu.co

Yuliana Zamira Gamboa Ayala¹

yulianagamboa662@tecnologicadeloriente.edu.co

¹Grupo de Investigación COLLEGIUM, de la Corporación Escuela Tecnológica del Oriente.

Recibido: marzo 16 de 2026 – Aceptado: mayo 28 de 2026

Resumen

Las organizaciones deben gestionar adecuadamente los riesgos laborales para evitar la ocurrencia de accidentes de trabajo y enfermedad laboral. En las empresas del sector de la construcción suele priorizarse la gestión de peligros de tipo condiciones de seguridad y/o físico, debido a las actividades laborales desarrolladas, sin embargo, los riesgos psicosociales deben ser prioritarios y se deben estudiar e intervenir en empresas de todos los sectores. Por consiguiente, la presente investigación caracterizó los factores de riesgos psicosociales presentes en los trabajadores de una empresa caso de estudio del sector de la construcción en Colombia, con el objetivo de diseñar estrategias de intervención para promover el bienestar de sus trabajadores. La investigación tuvo un alcance descriptivo, un enfoque cuantitativo y un diseño de corte trasversal no experimental. El instrumento utilizado fue la batería de riesgo psicosocial, fue aplicada a 42 trabajadores ubicados en diferentes sedes, de las áreas operativa y administrativa. Los resultados muestran que es necesario priorizar la intervención de los factores de riesgo psicosociales extralaborales.

Palabras clave: *Ambiente Laboral, Estrés Laboral, Riesgo Psicosocial, Seguridad y Salud en el Trabajo.*

Abstract

Organizations must properly manage occupational risks to prevent workplace accidents and occupational illnesses. In construction companies, the management of safety and/or physical hazards is often prioritized due to the nature of the work activities. However, psychosocial risks should also be prioritized and studied and addressed in companies across all sectors. Therefore, this research characterized the psychosocial risk factors present in the workers of a case study company in the Colombian construction sector, with the aim of designing intervention strategies to promote the well-being of its employees. The instrument used was the psychosocial risk assessment battery, which was administered to 42 workers located at different sites, in both operational and administrative areas. The results show that it is necessary to prioritize addressing non-work-related psychosocial risk factors.

Keywords: *Work Environment, Work Stress, Psychosocial Risk, Occupational Safety and Health.*

I. INTRODUCCIÓN

El sector de la construcción es muy importante para la economía de Colombia y el mundo, sin embargo, no se realizan muchos estudios sobre riesgos psicosociales en este sector, aunque se ha reportado que tienen un riesgo más alto que otros grupos ocupacionales [1], por lo anterior, la presente investigación tuvo como objetivo generar conocimiento sobre este asunto y caracterizar los factores de riesgo psicosocial de una empresa del sector de la construcción ubicada en el área metropolitana de Bucaramanga, el instrumento utilizado en este estudio fue la batería de riesgo psicosocial. Con el desarrollo de la presente investigación se busca contribuir en la generación de conocimiento y datos epidemiológicos sobre los factores psicosociales en el sector de la construcción y así además de impactar de forma positiva en la comunidad científica, promover el diseño de estrategias que permitan intervenir y promover la calidad de vida en los trabajadores.

La gestión e intervención de los factores de riesgo psicosociales genera beneficios para los trabajadores y las organizaciones [2], lo anterior porque de esta forma se promueve el bienestar de las personas, así como el aumento de la productividad laboral, entre otros beneficios [3]. En Colombia es obligatorio según la legislación su gestión y se ha definido un instrumento conocido como la batería de riesgo psicosocial, como la herramienta validada para realizar la medición de estos factores de riesgo psicosociales en las empresas ubicadas en el territorio colombiano.

Pero el estudio de los factores de riesgo psicosociales en el sector de la construcción, es de interés también a nivel internacional, otros investigadores reportaron que en China los empleados de este sector tienen una alta prevalencia de problemas de salud mental y factores estresantes relacionados con el trabajo, están fuertemente correlacionados con niveles elevados de depresión, ansiedad y estrés, pero son necesarias más investigaciones en el tema y se debe considerar en especial las estrategias de afrontamiento [4]. Otra investigación con trabajadores del sector de la construcción en España, encontraron que, para mejorar la salud mental de estos trabajadores, se debe priorizar el equilibrio entre la vida laboral y personal, así como el clima de seguridad [5]. En Estados Unidos autores encontraron que los trabajadores de pequeñas empresas del sector de la construcción tienen riesgo de sufrir problemas de salud mental, confirmando lo reportado por otros investigadores sobre el asunto. Los resultados en este estudio mostraron que los trabajadores de estas empresas reportaron mayores niveles de ansiedad y depresión [6].

Se ha reportado que los riesgos psicosociales intralaborales están relacionados con la presencia del síndrome de Burnout [7] y estrés. Los factores de riesgo psicosociales, pueden tener un impacto no solo a nivel laboral, también social y familiar [8]. Por lo anteriormente mencionado, es necesario intervenir para

evitar afectaciones prolongadas en los trabajadores y la presencia de sintomatología psicosomática [9]. Los procesos productivos exponen a los trabajadores a condiciones de riesgo de diferente tipo, pero en los últimos años, se ha visto un aumento de los riesgos de tipo psicosocial [10]. Por consiguiente, esta investigación busca generar conocimiento útil sobre las características de los riesgos psicosociales de trabajadores del sector de la construcción en una empresa ubicada en el área metropolitana de Bucaramanga, para generar información que permita diseñar estrategias de intervención pertinentes.

II. DESARROLLO DEL ARTÍCULO

METODOLOGÍA

La investigación desarrollada tuvo un alcance descriptivo, un enfoque cuantitativo y un diseño transversal no experimental. La población de este estudio correspondió a 42 trabajadores de la empresa caso de estudio del sector de la construcción, ubicada en el área metropolitana de Bucaramanga, Colombia.

El instrumento utilizado para recolectar la información fue la batería de riesgo psicosocial, esta fue aplicada por una psicóloga especialista en seguridad y salud en el trabajo. Esta batería es el instrumento avalado legalmente en Colombia para realizar el diagnóstico de los factores de riesgo psicosocial intralaboral, extralaboral, individual y los niveles de estrés. El cuestionario de evaluación intralaboral evalúa 4 dominios y estos agrupan dentro dimensiones, todo esto en conjunto conforma un grupo de factores psicosociales. Los cuatro dominios intralaborales son: demandas de trabajo, control sobre el trabajo, liderazgo y relaciones sociales en el trabajo y recompensas. Por otra parte, los factores de riesgo extralaborales incluyen las siguientes dimensiones: tiempo fuera del trabajo, relaciones familiares, comunicación y relaciones interpersonales, situación económica del grupo familiar, características de la vivienda de su entorno, influencia del entorno extralaboral en el trabajo y desplazamiento vivienda – trabajo – vivienda.

El instrumento para medir el estrés permite identificar síntomas clasificados en: fisiológicos, de comportamientos sociales y laborales, intelectuales y psico-emocionales del estrés. Finalmente, se miden también factores individuales, que corresponden a características propias del trabajador como los datos sociodemográficos y aspectos ocupacionales, estos últimos pueden modular la percepción y los efectos de los factores intralaborales y extralaborales. Los participantes diligenciaron el consentimiento informado, previo a la aplicación de la batería de riesgo psicosocial que fue elaborada por la Universidad Javeriana y el Ministerio de la Protección Social, ahora Ministerio del Trabajo en Colombia. Los datos fueron procesados por medio de hojas de cálculo en la nube.

Por otra parte, el procesamiento de los datos se fundamentó en la categorización de los niveles de riesgo (sin riesgo, riesgo bajo, riesgo medio, riesgo alto y muy alto). Para el análisis de estas variables, se emplearon técnicas de estadística descriptiva, permitiendo la determinación de frecuencias absolutas y distribuciones porcentuales.

III. RESULTADOS

Los resultados muestran que el 90% de las personas corresponden a cargos operativos, por lo tanto, se les aplicó la forma intralaboral B, esto corresponde a una frecuencia de 38 personas y las 4 personas restantes que equivalen al 10% pertenecen a trabajadores con personas a cargo y por consiguiente se les aplicó la forma A de la batería para factores intralaborales.

En cuanto los resultados del perfil sociodemográfico, se presentan a continuación los hallazgos más importantes: el 52% de los trabajadores son de género femenino y el 48% son de género masculino. Con respecto a la edad, la mayoría se ubica en un rango entre 41 a 70 años con un 48%, sigue el rango entre 31 a 40 años con un 38% y se ubica al final el rango entre 20 a 30 años con un 14%. Sobre el estado civil, se destaca en esta muestra que la mayoría vive en unión libre con un 55% y la minoría separados con un 10%, 14% son casados y 21% son solteros.

Por otra parte, al revisar el nivel de escolaridad, la mayoría corresponde a bachillerato completo con un 45% que corresponde a 19 personas, solo el 6% que corresponde a 3 personas tienen formación finalizada a nivel de técnico, profesional o posgrado. Sobre la variable cargo, la mayoría corresponde a Oficios varios con un 69%. El 43% viven en estrato 2, el 26% en estrato 3, el 21% en estrato 1 y solo el 4% en estrato 4. La mayoría de las personas vive en arriendo con un 76% que corresponde a 33 trabajadores, 10% en vivienda familiar y 14% en vivienda propia, finalmente el número de personas a cargo es muy diverso y se ubica en un rango entre 0 y 6 personas a cargo.

Al revisar las variables ocupacionales, el 60% labora en el departamento de Cundinamarca y el 40% en Santander. Respecto a la antigüedad, el 48% tiene menos de 1 año trabajando en la empresa y el 52% entre 1 a 30 años. 2 personas están en el área de gerencia, 4 en el área administrativa y 36 en el área operativa. La modalidad de contrato que predomina es temporal menor a un año, 40 personas están contratadas bajo esta modalidad y solo 2 tienen contrato a término indefinido.

El análisis de los resultados de la aplicación de la batería de riesgo psicosocial permite identificar el nivel de riesgo psicosocial, los posibles niveles son: sin riesgo, riesgo bajo, riesgo medio, riesgo alto y muy alto.

Los resultados generales permiten identificar que de forma general 5 personas obtuvieron una calificación de riesgo alto

para factores de riesgo psicosociales intralaborales y 3 personas se ubicaron en un riesgo muy alto, por otra parte, los factores extralaborales, reportaron mayor prevalencia en la muestra estudiada, con 10 personas calificadas con riesgo alto y 16 personas con riesgo muy alto, por consiguiente esto evidencia la necesidad de priorizar en la intervención los factores de riesgo psicosociales extralaborales. A nivel global la empresa se calificó con nivel de riesgo medio; la calificación para riesgos intralaborales fue también riesgo medio y para riesgos extralaborales la calificación fue riesgo alto. En la figura 1 se puede observar la distribución por niveles de riesgo para los factores intralaborales, extralaborales y de forma general.

En la figura 2, se pueden observar los resultados obtenidos para cada una de las dimensiones que comprender los factores de riesgo psicosociales extralaborales, es necesario por consiguiente analizar esta información para definir los planes de intervención pertinentes.

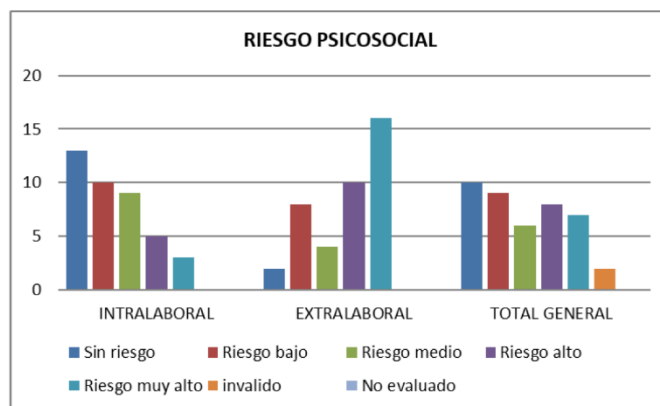


Fig. 1. Resultados de factores de riesgo psicosocial intralaborales, extralaborales y general por nivel de riesgo.

DIMENSION	Tiempo fuera del trabajo	Relaciones familiares	Comunicación y relaciones interpersonales	Situación económica	Características de la vivienda y de su entorno	Influencia del estorno extralaboral sobre el trabajo	Desplazamiento vivienda-trabajo	TOTAL EXTRALABORAL
Sin riesgo o riesgo despreciable	9	11	6	9	3	3	10	2
Riesgo bajo	11	7	7	4	9	4	4	8
Riesgo medio	9	5	5	6	9	4	2	4
Riesgo alto	8	11	9	12	8	6	8	10
Riesgo muy alto	3	6	13	9	11	23	16	16
invalido	0	0	0	0	0	0	0	0
No evaluado	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	42	42	42	42	42	42	42	42

Fig. 2. Resultados de los factores psicosociales extralaborales distribuidos por dimensión.

Los resultados de la medición de los niveles de estrés muestran que la mayoría de trabajadores se ubican en un nivel de riesgo bajo o muy bajo, esto se puede observar en la figura 3.

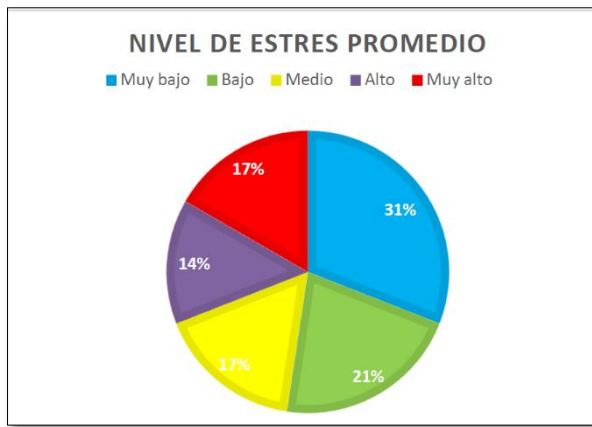


Fig. 3. Resultados de los niveles de riesgo para estrés

Los resultados obtenidos muestran que es necesario la implementación de un Sistema de Vigilancia epidemiológica para riesgo psicosocial y diseñar e implementar planes de intervención para gestionar los factores de riesgo psicosociales, en especial los extralaborales, en el siguiente apartado se realiza la discusión de resultados correspondiente.

IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La intervención de los factores de riesgo psicosocial en las organizaciones es fundamental cuando el nivel de riesgo obtenido es medio, alto y muy alto. Por otra parte, cuando la calificación es sin riesgo o riesgo bajo, se deben implementar también actividades de promoción y prevención. Finalmente es necesario que las organizaciones implementen un sistema de vigilancia epidemiológica para factores de riesgo psicosocial. Se recomienda entonces realizar intervención en la empresa caso de estudio, esta debe estar dirigida a trabajadores y a nivel organizacional, se recomienda realizar sensibilizaciones y capacitaciones lúdicas que puedan generar herramientas útiles que sirvan a los trabajadores para abordar diferentes situaciones intra y extralaborales. También se recomienda implementar modificaciones en los horarios y jornadas de trabajo permitiendo horarios flexibles. Finalmente es importante diseñar actividades que promuevan la adecuada gestión emocional y comunicación asertiva, así como relaciones personales positivas, esto es necesario para promover el bienestar del trabajador y la sostenibilidad de la empresa. Los factores de riesgo psicosociales pueden generar consecuencias negativas en los trabajadores y afectar su calidad de vida, pero también es posible gestionarlos de forma adecuada como factores protectores [11].

El estrés puede afectar la toma de decisiones [12], otros autores han reportado también una asociación entre el ausentismo y el ambiente de trabajo [13], evidenciando de esta forma que los factores de riesgo psicosociales afectan la salud de los trabajadores [14], pero estos pueden tener también un impacto negativo en la organización. Por consiguiente, es necesario intervenir los factores de riesgo intralaborales y extralaborales [15] para evitar las consecuencias negativas que se ha reportado.

V. CONCLUSIONES

La empresa caso de estudio del sector de la construcción, tiene un nivel de riesgo medio de forma global para factores de riesgo psicosociales, esta calificación de nivel de riesgo medio corresponde también a la calificación para los factores de riesgo psicosociales intralaborales, pero la calificación obtenida para los factores de riesgo psicosociales extralaborales fue nivel de riesgo alto. Estos resultados evidencian la necesidad de intervención, priorizando los factores de riesgo psicosociales extralaborales y la implementación de un sistema de vigilancia epidemiológica psicosocial, esto es necesario para promover el bienestar del trabajador y asegurar la sostenibilidad de la empresa.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la alta dirección de la empresa caso del sector de la construcción ubicada en el área metropolitana de Bucaramanga, por permitir el desarrollo de esta investigación.

REFERENCIAS

- [1] E. A. Hutton, J. L. Skues, J. A. Sullivan, and L. Z. Wise, "Mental health research in the global construction industry: A scoping review using a dual-continuum model of mental health," *Mental Health & Prevention*, vol. 28, p. 200249, Dec. 2022, doi: 10.1016/j.mhp.2022.200249.
- [2] I. Bolis, T. F. A. C. Sigahi, and S. N. Morioka, "Raising psychosocial risks in real-world work environments: A proposal for a detailed and quick questionnaire with direct application by workers," *Safety Science*, vol. 173, p. 106439, May 2024, doi: 10.1016/j.ssci.2024.106439.
- [3] D. Molek-Winiarska and K. Molek-Kozakowska, "Are organizations committed to stress management interventions?," *Employee Relations: The International Journal*, vol. 42, no. 6, pp. 1309–1325, Jul. 2020, doi: 10.1108/er-08-2019-0314.
- [4] S. Zhang, R. Y. Sunindijo, S. Frimpong, and Z. Su, "Work stressors, coping strategies, and poor mental health in the Chinese construction industry," *Safety Science*, vol. 159, p. 106039, Mar. 2023, doi: 10.1016/j.ssci.2022.106039.
- [5] B. Estudillo, F. Fortaleza, J. M. Carretero-Gómez, and F. Rejón-Gómez, "The role of organization factors in promoting workers health in the construction sector: A comprehensive analysis," *Journal of Safety Research*, vol. 88, pp. 41–55, Feb. 2024, doi: 10.1016/j.sr.2023.10.007.
- [6] K. C. Castro, J. A. Allen, E. Eden, and M. S. Thiese, "Safety climate in small construction companies: The relationship with

burnout, anxiety, and depression among workers,” *Safety Science*, vol. 190, p. 106903, Oct. 2025, doi: 10.1016/j.ssci.2025.106903.

[7] A. M. Manrique, B. L. Avendaño Prieto, E. Galvis Serna, and J. Ferro Vásquez, “Relación entre síndrome de Burnout y riesgo psicosocial intralaboral en profesionales sociales,” *Diversitas*, vol. 17, no. 2, Oct. 2021, doi: 10.15332/22563067.7077.

[8] L. R. Rengel Cevallos and P. I. Vilatuña Aldaz, “Factores de riesgo psicosociales y el estrés laboral en una empresa ambateña,” *Unian des Episteme*, vol. 10, no. 2, pp. 274–285, Apr. 2023, doi: 10.61154/rue.v10i2.2953.

[9] G. Cuesta-Mero, P. Andrade-Bastidas, and A. Sánchez-Arteaga, “Indicadores de riesgo psicosocial en función de los puestos de trabajo,” *revista científica multidisciplinaria arbitrada “Yachasun,”* vol. 3, no. 5, pp. 43–53, Jul. 2019, doi: 10.46296/yc.v3i5.0019.

[10] M. L. Henry, “Salud laboral en el escenario productivo actual: la creciente incidencia de los riesgos psicosociales,” *revista de ciencias sociales*, vol. 33, no. 47, Jun. 2020, doi: 10.26489/rvs.v32i44.8.

[11] E. Martínez-Mejía, “Espectro de los factores psicosociales en el trabajo: progresión desde los riesgos psicosociales hasta los protectores psicosociales,” *CIENCIA ergo-sum*, vol. 30, no. 2, Aug. 2022, doi: 10.30878/ces.v30n2a11.

[12] J. E. Lozano Plazas and N. Pico Quintero, “Impacto de los riesgos psicosociales, estrés y toma de decisiones en la seguridad operacional,” *Ciencia y Poder Aéreo*, vol. 17, no. 1, pp. 37–54, Apr. 2022, doi: 10.18667/cienciaypoderaereo.690.

[13] C. L. Espino-Porras, M. C. De Luna-López, L. Flores-Padilla, E. J. Ramírez-Echavarría, M. I. Brito-Cerino, and L. J. Gómez-Jurado, “Factores de riesgo psicosocial y su asociación con el ausentismo laboral,” *Enfermería Universitaria*, vol. 17, no. 3, pp. 317–327, Dec. 2020, doi: 10.22201/eneo.23958421e.2020.3.732.

[14] R. E. Yanza Lituma y A. G. Quinde Alvear, «Riesgos psicosociales en los conductores del sindicato de choferes profesionales de Gualaceo- Ecuador», *rgn*, vol. 9, no. 40, p. e2401165, Jan. 2024.

[15] R. L. Ruth Lily Soliz Baldomar, “El impacto de los factores de riesgo psicosocial en trabajadores del sector industrial,” *TRASCENDER, CONTABILIDAD Y GESTIÓN*, vol. 7, no. 20 mayo-agosto, pp. 71–81, Aug. 2022, doi: 10.36791/tcg.v8i20.162.



Cindy Tatiana Daza Rios 1. Profesional en bacteriología y laboratorio clínico de la Universidad Industrial de Santander en el año 2008, Especialista en Salud Ocupacional de la Universidad Manuela Beltrán en el año 2012, Magister en Desarrollo Sostenible de la Universidad de Manizales en el año 2018. Con experiencia en campo en la implementación de Sistemas Integrados de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo. Experiencia en investigación en prácticas laborales y ambientales, con especial interés en cultura de seguridad y adherencia a procedimientos.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2749-3602>



Daniela Fernanda Muralla Lozano 2. Profesional en administración en Seguridad y Salud en el Trabajo, de la UNIMINUTO, de la ciudad de Bucaramaga, Santander, Colombia en el año 2023. Con experiencia en la implementación del sistema integrado de gestión en seguridad y salud en el trabajo (SG-SST). Con intereses en investigar en temas de seguridad y salud en el trabajo.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-5850-2226>



Laura Juliana Ardila Lara 3. Profesional en Ingeniería Ambiental egresada de la Universidad Francisco de Paula Santander de la ciudad de Cúcuta del departamento de Norte de Santander, Colombia en el año 2022, con experiencia en la gestión integral de residuos sólidos y en la formulación de Planes Institucionales de Gestión Ambiental y Planes de Saneamiento Básico para establecimientos comerciales. Actualmente curso la Especialización en Gestión del Riesgo, Seguridad y Salud en el Trabajo en la Corporación Escuela Tecnológica del Oriente y participo activamente en un semillero de investigación. Con intereses académicos y de investigación que se orientan hacia el comportamiento seguro y la cultura de seguridad, la psicología laboral y los factores psicosociales, así como la aplicación de tecnologías emergentes en el ámbito de la SST

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-8592-4318>



Yuliana Zamira Gamboa Ayala 4 psicóloga, egresada de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) en el año 2024, donde tuve la oportunidad de hacer parte del semillero de investigación en autismo.

Actualmente curso el posgrado en Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (EGIRSST) en la Institución Tecnológica del Oriente. Con experiencia en el ámbito organizacional

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-6903-969>.

IMPACTO DEL TRABAJO HÍBRIDO Y LA SALUD MENTAL, NUEVOS DESAFÍOS PARA LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO EN COLOMBIA

Impact of Hybrid Work and Mental Health: New Challenges for Occupational Safety and Health in Colombia

Lina Leidy Atencia Jiménez ¹
lina.atencia@unipaz.edu.co

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

Recibido: septiembre 22 de 2025 – Aceptado: mayo 28 de 2026

Resumen

Este artículo presenta los resultados de una investigación descriptiva con enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo), cuyo objetivo fue analizar el impacto del trabajo híbrido en la salud mental de los trabajadores en Colombia como un nuevo desafío para la Seguridad y Salud en el Trabajo (SST). La investigación se desarrolló mediante revisión sistemática de literatura académica, análisis de reportes psicosociales y uso de datos secundarios de encuestas aplicadas en el país entre 2019 y 2023, complementada con comparación de experiencias internacionales. Los criterios de análisis incluyeron variables como fatiga digital, aislamiento social, bienestar percibido y calidad de la comunicación en equipos de trabajo. Los resultados muestran que un 58,15% de los trabajadores encuestados manifestó efectos negativos en su salud mental, un 32% reportó fatiga digital y un 21,8% disminución en el bienestar subjetivo. Estos hallazgos evidencian que, si bien el trabajo híbrido aporta flexibilidad y eficiencia, también incrementa riesgos psicosociales. Se concluye que la gestión proactiva en SST, con protocolos de desconexión digital, fortalecimiento de la comunicación interna y formación en manejo del cambio, resulta indispensable para garantizar entornos laborales sostenibles y saludables.

Palabras clave: *Salud mental laboral, Fatiga digital, Riesgos psicosociales, Seguridad y Salud en el Trabajo (SST), Bienestar organizacional.*

Abstract

This article presents the results of a descriptive research study with a mixed-methods approach (quantitative and qualitative), aimed at analyzing the impact of hybrid work on workers' mental health in Colombia as a new challenge for Occupational Safety and Health (OSH). The study was carried out through a systematic literature review, analysis of psychosocial reports, and the use of secondary data from surveys conducted in the country between 2019 and 2023, complemented by international comparisons. The analysis criteria included variables such as digital fatigue, social isolation, perceived well-being, and the quality of team communication. The results show that 58.15% of surveyed workers reported negative effects on their mental health, 32% experienced digital fatigue, and 21.8% reported a decrease in subjective well-being. Findings highlight that although hybrid work offers flexibility and efficiency, it also increases psychosocial risks. It is concluded that proactive OSH management, with digital disconnection protocols, strengthened internal communication, and training in change management, is essential to ensure sustainable and healthy work environments.

Keywords: *Occupational mental health, Digital fatigue, Psychosocial risks, Occupational safety and health (OSH), Organizational well-being.*

I. INTRODUCCIÓN

En Colombia, el cambio en el entorno laboral se ha visto modificado por diversos factores, entre ellos, la crisis sanitaria dada por el COVID-19. Desde hace muchos años, la historia data, un modelo laboral tradicional basado en la presencia física de una persona en el lugar de trabajo; sin embargo, en la última década, las nuevas tecnológicas, los cambios en las expectativas de los empleados y la globalización han influido en la transición hacia formas de trabajo flexibles y adaptables. La emergencia sanitaria por la covid-19 impulsó a las organizaciones a adoptar el trabajo remoto a gran escala, y demostró que era viable; a su vez, también reveló las debilidades en la infraestructura técnica y la gestión del bienestar emocional de los empleados. En este punto, el trabajo híbrido se perfila como una práctica que busca combinar, la eficacia del trabajo remoto con la interacción social y la colaboración, inherentes a la presencia física.

Para el contexto laboral colombiano, el modelo de trabajo híbrido, es una oportunidad de aprovechar, para realizar una renovación en el sector laboral y de paso garantizar las condiciones adecuadas para la Seguridad y Salud en el Trabajo. Así mismo, factores condicionantes en los empleados como son la calidad de la vivienda, el acceso a la tecnología, la cultura organizacional, el ámbito socioeconómico, desempeñan un papel fundamental en esta modalidad de trabajo. La brecha entre las zonas urbanas y rurales, así como la variación en la infraestructura como en la conectividad, resaltan la necesidad de emplear estrategias de adaptación específicas para cada zona.

La presente investigación se basa en la necesidad de evaluar holísticamente los efectos del trabajo híbrido, en la salud mental de los trabajadores. Contar con un diagnóstico, es crucial, ya que permite identificar áreas de riesgo como la fatiga digital, el aislamiento social y la desconexión entre la vida personal y el trabajo, teniendo en cuenta que, estos factores pueden ser perjudiciales para el bienestar de cada trabajador y la eficiencia operativa de la organización.

Metodológicamente, esta investigación se desarrolló mediante un enfoque mixto que combinó el análisis cualitativo y cuantitativo. Se realizó una revisión sistemática de literatura académica y técnica sobre teletrabajo e impacto psicosocial, así como un análisis de datos secundarios provenientes de encuestas nacionales y reportes institucionales de salud ocupacional en Colombia. Estos insumos fueron contrastados con estudios internacionales, lo que permitió ampliar la comprensión de la problemática y contextualizarla en el entorno colombiano. La estrategia metodológica aplicada buscó identificar patrones, riesgos y oportunidades de mejora que sirvieran de base para la formulación de recomendaciones prácticas en materia de SST.

De esta manera, la investigación se enmarca en una agenda más amplia que busca desarrollar, implementar y

mantener un conjunto de políticas y protocolos para así, facilitar la transición hacia modelos de trabajo más flexibles, siendo un coadyuvante de la construcción de un entorno de trabajo inclusivo, justo y resiliente.

II. ENFOQUE METODOLÓGICO

La presente investigación se enmarca en un estudio descriptivo con enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo), orientado a analizar el impacto del trabajo híbrido en la salud mental de los trabajadores en Colombia. Adicionalmente, se adoptó un diseño descriptivo-comparativo, que permitió identificar la presencia de riesgos psicosociales, la percepción de bienestar y los efectos de la fatiga digital en la población trabajadora, contrastando los resultados entre fuentes nacionales e internacionales.

Se realizó un diagnóstico, a través de la revisión sistemática de la literatura y el uso de datos secundarios provenientes de encuestas y reportes psicosociales de los últimos cinco años en Colombia, en un enfoque combinado. Las variables que se utilizaron para el estudio fueron la fatiga digital, los niveles de estrés, la percepción del bienestar, y la calidad en la comunicación de los equipos de trabajo.

Esta metodología se desarrolló con una línea base cuantitativa y una línea cualitativa de todas las mediciones necesarias para determinar el impacto del trabajo híbrido en la salud mental de los trabajadores, identificando áreas críticas y proponiendo intervenciones. Adicionalmente, se utilizaron los estudios de otros países, para realizar la comparación con los nuestros para presentar resultados de una manera más global y a su vez ajustar las recomendaciones al mercado laboral colombiano.

El proceso se desarrolló en tres fases principales:

- Revisión documental sistemática: se recopilaron investigaciones publicadas en bases de datos académicas como Scopus, Redalyc y Google Scholar, así como reportes institucionales emitidos por el Ministerio de Trabajo de Colombia, la OMS y la OIT entre 2019 y 2023.
- Análisis de datos secundarios: se consultaron resultados de encuestas nacionales sobre salud mental y condiciones laborales (Ministerio de Salud, DANE y observatorios de SST), así como reportes psicosociales de ARL.
- Comparación internacional y contextualización: se seleccionaron estudios de países latinoamericanos y europeos con el fin de identificar tendencias globales y contrastarlas con la situación colombiana.

Para el componente cuantitativo se utilizaron datos secundarios de encuestas ya aplicadas teóricamente que incluían variables como:

- Niveles de estrés y bienestar percibido.
- Presencia de fatiga digital.
- Calidad de la comunicación en equipos híbridos.
- Sentimiento de aislamiento social.

Para el componente cualitativo se empleó una matriz de análisis documental, en la que se clasificaron las publicaciones de acuerdo con criterios de:

- Año de publicación.
- Contexto geográfico.
- Dimensión abordada (riesgos psicosociales, teletrabajo, SST, salud mental).
- Evidencia empírica reportada.

Finalmente, los resultados se integraron mediante triangulación metodológica, lo que permitió contrastar los hallazgos documentales con los datos secundarios y obtener una visión integral de los riesgos y oportunidades asociados al trabajo híbrido en Colombia.

Este artículo busca identificar de una manera integral, el impacto del trabajo híbrido sobre la salud mental de los trabajadores, de forma temprana y principalmente en los trabajadores colombianos, para proponer estrategias desde Seguridad y Salud en el Trabajo que, fomenten un entorno laboral equilibrado y sostenible.

III. HALLAZGOS Y DISCUSIÓN

Los hallazgos que se presentan a continuación se derivan del análisis de los datos secundarios recolectados y de la sistematización de la literatura revisada. Para ello, se aplicó un procedimiento de análisis mixto: del componente cuantitativo, se empleó estadística descriptiva sobre las encuestas y reportes psicosociales disponibles en Colombia entre 2019 y 2023; y en el componente cualitativo, se desarrolló un análisis temático de los estudios académicos e informes institucionales que abordaron variables como la fatiga digital, la percepción del bienestar, la calidad de la comunicación y el aislamiento social. Esta integración permitió triangular la información y garantizar que los resultados respondieran de manera directa a los objetivos de la investigación.

Una perspectiva compleja y multifacética relaciona aspectos positivos y desafíos significativos derivados de la implementación del trabajo híbrido en Colombia, adopción y percepción del teletrabajo, preexistencia y evolución. Antes de la pandemia, alrededor del 55% de los empleados ya contaban con la experiencia del teletrabajo. Sin embargo, la emergencia sanitaria impulsó un rápido crecimiento, presentando así una transición rápida del modelo tradicional al híbrido. Impacto en la percepción.

Durante el período crítico de la pandemia, el 58,15% de los encuestados declaró haber experimentado efectos negativos en la salud mental tras la transición al trabajo híbrido. Esta información es importante porque implica que, a pesar de los beneficios de la flexibilidad, el proceso de transición no fue uniforme y estuvo acompañado de muchos imprevistos, como el hecho de que muchos trabajadores tuvieron que realizar sus trabajos en un entorno desordenado y la falta de límites claros entre la vida personal y profesional. Impactos en la comunicación y la gestión de equipos.

- **Calidad de la comunicación interna.** La separación física de los equipos resultó en la disminución de la calidad de la comunicación. Las visitas informales y la proximidad física, que fomentaban la colaboración y rápida resolución de problemas, fueron sustituidas por comunicaciones formales y a menudo fragmentadas.
- **Sentimiento de aislamiento:** La falta de interacción cara a cara ha profundizado el sentimiento de aislamiento entre el 11% de los encuestados, quienes creen que las medidas tomadas (p. ej., la disminución del número de personas en las oficinas y el uso del teletrabajo) no han mitigado eficazmente el peligro relacionado con la separación física de los equipos.
- **Gestión del cambio:** La transición al trabajo híbrido ha enfatizado la necesidad de protocolos claros y de que la gestión del cambio apoye el flujo de información, la coordinación de equipos y la inclusión de herramientas colaborativas. La ausencia de estas medidas ha contribuido a generar dudas y a reducir la unión interna.
- **Bienestar y salud mental:** Variabilidad en la percepción del bienestar: se revela que el 21,8% de los participantes percibe una disminución en su bienestar subjetivo, lo que, de hecho, es un signo de que se encuentran en un estado de deterioro mental y emocional. Sin embargo, el 63,8 % no indicó ningún cambio en este sentido, lo que puede implicar que los impactos podrían ser moderados por factores individuales y contextuales como la resiliencia personal y las condiciones del lugar de trabajo.
- **Fatiga digital:** el 32% de los encuestados señaló un aumento notable en la fatiga digital, que afecta no solo su rendimiento laboral sino también su equilibrio emocional y motivación. Esta sobrecarga tecnológica debido al uso constante de dispositivos y plataformas digitales está estrechamente relacionada con el nivel de estrés que, es la causa principal de la mala calidad del sueño.
- **Factores sociodemográficos:** los efectos negativos en algunos grupos son más pronunciados que en otros, especialmente en aquellas áreas de vivienda que son de bajos recursos. La brecha digital y las diferencias de infraestructura son los factores que determinan el nivel de vulnerabilidad de ciertos grupos de la fuerza laboral a los desafíos del trabajo híbrido.
- **Discusión:** la práctica laboral del trabajo híbrido es clara aquí; por un lado, el régimen permite oportunidades significativas con respecto a la flexibilidad, el equilibrio del trabajo y la reducción de los desplazamientos; por otro lado, introduce riesgos psicosociales que pueden afectar la salud mental y la eficiencia de los empleados.
- **Intervenciones necesarias:** La evidencia sugiere que, si no se interviene directamente, la demarcación imprecisa y la sobrecarga tecnológica podrían desencadenar un círculo vicioso de estrés y desmotivación. La implementación de acciones proactivas, como las regulaciones de Seguridad y Salud en el Trabajo, capacitaciones en gestión del

tiempo y las técnicas de utilización de herramientas colaborativas, es esencial para el desarrollo sostenible.

- **Implicaciones organizacionales:** La disminución de la calidad de la comunicación y la sensación de aislamiento exigen que las organizaciones reevalúen sus prácticas de gestión y consideren tanto los aspectos técnicos como los humanos. Las políticas laborales flexibles, específicas para las necesidades y situaciones de cada empleado, aceptables solo cuando se formulan desde la perspectiva de cada trabajador, son clave para la resiliencia y la sostenibilidad del espacio de trabajo.
- **El disfrute de la evaluación continua:** Los resultados sugieren que es fundamental contar con criterios de salud mental y bienestar, ya que servirán como guía para la evaluación constante. La evaluación periódica de estos indicadores será una estrategia importante para detectar los problemas en una etapa temprana e iniciar las acciones adecuadas a la situación que se está viviendo, teniendo en cuenta los lineamientos y modificaciones en la normativa legal vigente en SST y con el entorno dinámico.

Fig. 1. Comparativo de la percepción de bienestar *Fuente: Elaboración propia.*

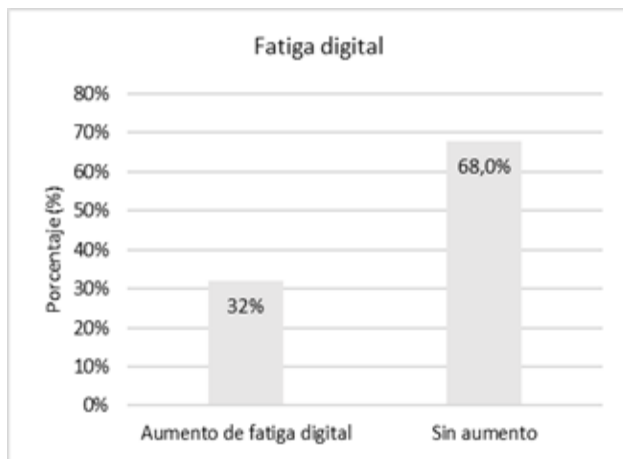


Fig. 2. Comparativo de la fatiga digital *Fuente: Elaboración propia.*

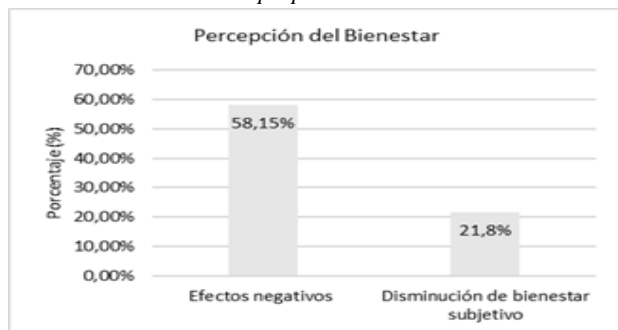
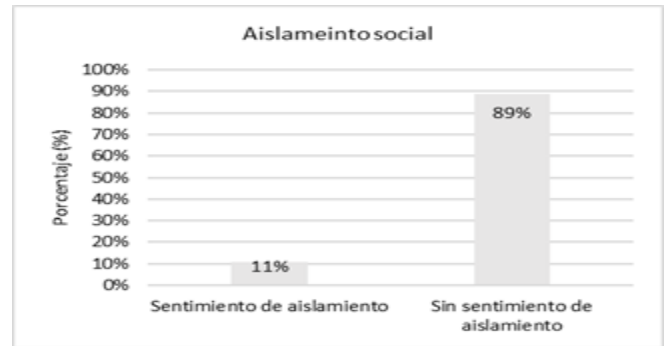


Fig. 3. Comparativo del aislamiento social *Fuente: Elaboración propia.*



Los resultados reflejan que el trabajo híbrido en Colombia presenta un doble carácter: por un lado, ofrece beneficios relacionados con la flexibilidad y el equilibrio entre vida personal y laboral; por otro, evidencia riesgos psicosociales significativos como la fatiga digital, el aislamiento social y el deterioro del bienestar subjetivo. Estos hallazgos constituyen la base para el análisis e interpretación posterior, en el que se formulan estrategias de intervención orientadas a la prevención de riesgos y al fortalecimiento de la gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo.

IV. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo con los hallazgos identificados, tales como las estrategias de prevención e intervención, se plantea la integración de ambas para mitigar los efectos negativos del trabajo híbrido y potenciar sus beneficios. Estas propuestas se les hará seguimiento en tiempos de corto, mediano y largo plazo, adaptadas a las particularidades del mercado laboral y las condiciones socioeconómicas de Colombia, a través de la implementación de protocolos de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST).

En el desarrollo de lineamientos específicos; establecer los protocolos que incluyan la monitorización continua del estrés y la fatiga digital, estableciendo límites bien claros para la jornada laboral. Estos lineamientos pueden involucrar la identificación y respuesta a señales de agotamiento digital y emocional; el establecimiento de políticas de desconexión y el estímulo de la aprobación de directrices que garanticen los tiempos obligatorios de desconexión de la tecnología, evitando así, la prolongación del tiempo de trabajo y, por consiguiente, lograr mayor equilibrio en la relación vida personal – laboral.

Fortalecimiento de la Comunicación Interna y la Gestión del Cambio. Optimización de herramientas colaborativas, formando al trabajador en el uso de plataformas digitales que posibiliten la comunicación fluida y la colaboración entre equipos, así como la organización de encuentros virtuales

recurrentes que se parezcan a la interacción real y a la vez, disminuyan el aislamiento.

Capacitación en Gestión del Cambio. Administrar los programas de aprendizaje para los líderes y empleados que les ofrezcan la oportunidad de enfrentar con eficacia el paso al modelo híbrido. Estos programas deben incorporar técnicas de comunicación asertiva, manejo de conflictos, resolución de problemas, uso y manejo de herramientas digitales, permitiendo así una adaptación progresiva y sostenida a través de la capacitación y asesoría continua, contando con programas de formación Integral, estableciendo módulos de enseñanza que se centren en la gestión del tiempo, técnicas de ergonomía, manejo del estrés y estrategias para desconectar de la tecnología. La formación ha de ser ajustada a diferentes niveles y roles en la empresa, favoreciendo así la adquisición de competencias por parte de todos los colaboradores en el manejo del entorno híbrido.

Asesoría Externa y Consultoría en SST; contratar los servicios de consultoría especializada en SST que ofrezcan las evaluaciones periódicas que evidencien los hallazgos y genere recomendaciones para a mejora continua dentro de la organización; estos asesores pueden ser de ayuda en la realización de herramientas de diagnóstico y en la preparación de los planes de acción preventivos y correctivos.

Flexibilidad y adaptabilidad en las políticas laborales; con la personalización de modalidades de trabajo, elaborar políticas que tomen en cuenta las características individuales de cada trabajador, como condiciones de vivienda en su infraestructura, conectividad disponible en casa, la relación familiar y actividades dentro de la misma, reforzar la flexibilidad de ajuste en la cantidad de días presenciales y remotos a las necesidades específicas de cada trabajador.

Incentivos y Beneficios Alineados, fomentando el sistema de incentivos que acrediten el esfuerzo y la adaptación a la modalidad híbrida, por ejemplo, con bonificaciones, programas de bienestar y mejoras en los beneficios laborales, salario emocional, que generen un ambiente laboral atractivo y que sea palpable la equidad. **Seguimiento y Evaluación Continua.** Implementación de indicadores de bienestar, seguimiento a los KPI (Indicadores Clave de Rendimiento) como el estrés psicológico, la satisfacción laboral, el índice de ausentismo y la rotación. Tales indicadores permiten realizar un seguimiento continuo a la evaluación del impacto de las estrategias realizadas y la identificación de las áreas de oportunidad.

Establecer medios regulares de *feedback* para fomentar la mejora continua, tal como las encuestas del estado de ánimo del personal y las reuniones de seguimiento, que permitan el ajuste de las políticas de SST según los resultados y la evolución del ambiente laboral, teniendo en cuenta también, los planes acción para la mejora continua, derivados del seguimiento. La participación activa de los empleados en este proceso es vital para alcanzar una mejora sostenida en el tiempo. Integración de tecnología y bienestar.

Plataformas de monitorización del bienestar: unir aplicaciones que permitan el seguimiento, con programas de gestión con el fin de garantizar el monitoreo del bienestar de los trabajadores en tiempo real; esas herramientas pueden contener formularios de autopercepción y descifrar patrones de uso tecnológico, así los trabajadores podrían demostrar signos de fatiga digital y estrés desde el inicio de su aparición.

Fomento de la innovación en SST: Apoyar la investigación interna y el hacer equipo con instituciones académicas para descubrir soluciones tecnológicas que mejoren la salud mental en el entorno laboral, impulsando así la innovación en el área de SST.

V. CONCLUSIONES

Con base en las investigaciones actuales que demuestran que el trabajo híbrido, si bien representa una solución a las necesidades de respuesta en el ámbito laboral, con capacidad de adaptación a los retos, resultado de la pandemia; también conlleva a tener en cuenta los impactos negativos como los problemas de salud mental en los empleados, como la fatiga digital, el aislamiento y la incapacidad de establecer una línea clara entre la vida profesional y personal. Los resultados revelan la necesidad de una gestión proactiva de la Seguridad y Salud en el trabajo (SST) que no solo prevenga la aparición de riesgos psicosociales, sino que también cree un entorno de trabajo que se adapte a los nuevos requisitos tecnológicos y organizativos, intentando garantizar un equilibrio entre trabajo-vida laboral, sino que también refuerce los programas de promoción de la salud y prevención de las enfermedades.

La introducción de protocolos específicos, la formación continua y la mejora de la comunicación interna se perfilan como estrategias clave para mitigar los efectos secundarios negativos y aprovechar las ventajas del trabajo híbrido. Además, se puede hacer especial énfasis en una evaluación continua mediante indicadores de bienestar y salud mental que puedan ayudar a las organizaciones a detectar tempranamente cualquier deterioro del entorno laboral y así, ajustar sus políticas de manera oportuna. Este enfoque dinámico y adaptativo es necesario en un ciclo de transformación digital que implica cambios constantes en los factores socioeconómicos. En resumen, el éxito del trabajo híbrido dependerá de la eficacia con la que las empresas integren su cultura, valores, soluciones tecnológicas y de SST que realmente se ajusten a las necesidades de los empleados. La investigación allana el camino para futuras elaboraciones que profundizan en el análisis de factores específicos (como las brechas en la infraestructura tecnológica y las disparidades socioeconómicas) y sugieren modelos de intervención más individualizados. Solo mediante un compromiso total y colaborativo entre empleadores, empleados y expertos en salud laboral será posible garantizar un entorno laboral sostenible, inclusivo y que promueva el desarrollo de los empleados en la era digital.

REFERENCIAS

- [1] D. Acevedo and D. Castrillón, “Identificación de factores que impactan el desempeño y bienestar de los desarrolladores de software a partir de grupos focales,” Universidad de los Andes, Bogotá, 2025.
- [2] C. Achondo Araya, C. Reyes González, and M. Anabalón Sepúlveda, “Teletrabajo en docencia y salud mental: estudio que analiza la relación entre ambos en tiempos de pandemia,” Universidad Academia de Humanismo Cristiano, Chile, 2021.
- [3] E. Álvarez Alberca, “Salud mental en el trabajo,” Universidad de Valladolid, España, 2024.
- [4] A. Amador Zamora, “Memoria de Jornadas de Investigación y Análisis: Flexibilización laboral, teletrabajo y trabajo remoto,” Universidad de Costa Rica, Costa Rica, 2023.
- [5] M. Aracena, “Políticas públicas para un sistema de atención híbrida en salud mental,” Concurso Políticas Públicas UC, Chile, 2022. [Online]. Available: <https://politicaspublicas.uc.cl/web/content/uploads/2023/12/Propuestas-para-Chile-2022-CAPITULO-1.pdf>
- [6] M. L. Arredondo, “La flexibilización laboral en el teletrabajo y sus malas prácticas generan alteraciones osteomusculares en la salud,” Universidad CES, Bogotá, 2023.
- [7] F. Atehortúa Jiménez, J. A. Carreño Barrera, P. M. Moreno Caicedo, M. Ospina Cipagauta, and J. Rodríguez Alfonso, “Factores de riesgo del teletrabajo en la salud mental de los docentes del Colegio Barrios Unidos del Sur en la ciudad de Florencia, Caquetá,” Universidad Politécnica Grancolombiano, Bogotá, 2021.
- [8] J. D. Baquero Pulido, J. P. Beltrán Vargas, E. M. Ibagüé Acosta, and K. Valenzuela, “Impacto del teletrabajo en la productividad laboral, Caso Altipal,” Universidad EAN, Bogotá, 2025.
- [9] I. Barboza Acuña and L. Pérez Roca, “Bienestar y salud laboral como pilar fundamental para la gestión integral dentro de un modelo de trabajo híbrido,” Universidad Nacional de Costa Rica, Costa Rica, 2023.
- [10] V. Beltrán and I. Castañeda, “Impacto en la salud mental y calidad de vida de los trabajadores dentro de las modalidades Presencial y Virtual,” Universidad Cooperativa de Colombia, Bogotá, 2025.
- [11] V. Benítez, “El estrés laboral en los empleados que trabajan en modalidad virtual,” *Revista de investigación ADEN University*, vol. 4, no. 1, pp. 92–105, 2025. [Online]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10055759>
- [12] P. C. Betancur Atehortúa, Y. Cardona Espinal, and L. Gallego Restrepo, “Condiciones de trabajo que aportan en la calidad de vida de los trabajadores a partir de la pandemia Covid-19,” Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, 2024.
- [13] A. Cáceres Ibagüen, K. N. Durán Barrera, M. J. Estupiñán Díaz, D. Laverde Velandia, and A. Méndez Hernández, “Impacto del teletrabajo en la salud mental de los colaboradores de una clínica,” Politécnico Grancolombiano, Bogotá, 2023.
- [14] J. Cano, “Trabajo remoto y sociedad,” *Revista Sistemas*, no. 162, pp. 73–83, 2022, doi: 10.29236/sistemas.n162a7.
- [15] L. Cardona Correa, D. Gómez, and D. Ruano Bravo, “Diseño de un conjunto de actividades lúdicas y de capacitación para la prevención del riesgo psicosocial y la promoción de la salud mental en teletrabajadores de organizaciones,” Universidad CES, Bogotá, 2025.
- [16] P. Cifuentes Gamboa, “Investigación de modelo de liderazgo para organizaciones que realizan trabajo híbrido en Chile,” Universidad de Chile, 2022.
- [17] M. Curtarelli, “Salud mental y prevención de riesgos psicosociales: evidencia del trabajo de investigación de EU-OSHA,” 2024. [Online]. Available: <https://ddd.uab.cat/record/292871>
- [18] J. Díaz Páez and J. D. Cortés Espinosa, “Ventajas y desafíos experimentados por los empleados que trabajan bajo un modelo de asistencia híbrida o remota en Bogotá,” Fundación Universitaria de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 2025.
- [19] J. Díaz Villareal, I. Caldas, and L. Rubiano, “El trabajo híbrido y sus efectos en el área de cuentas médicas de la sociedad liquidadora de salud,” Universidad Cooperativa de Colombia, Bogotá, 2024.
- [20] M. Díez Jurado, “Diseño de un modelo de trabajo híbrido para pymes del sector de servicios de mercadeo. Caso de estudio,” Universidad EIA, Envigado-Antioquia, 2023.
- [21] V. Flores and E. Gracia Grijota, “Revolución tecnológica y su impacto en la sociedad, el trabajo y gestión del talento,” Universidad de Zaragoza, España, 2024.
- [22] C. Gaibor Sánchez, “Estudio descriptivo de las alteraciones en la imagen corporal de los estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana, a partir de la pandemia por COVID-19,” Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador, 2022.
- [23] E. Gallego Granero, S. Ortego Hijarrubia, and D. Fernández, “Teletrabajo, salud y engagement, tras la Covid-19,” *Lan harremanak*, no. 50, 2023.
- [24] J. González Caballero, “Salud laboral, diagnósticos de enfermería y postpandemia, un enfoque centrado en las personas,” *Revista de Medicina y Seguridad del Trabajo*, vol. 70, no. 276, pp. 180–197, 2024. [Online]. Available:

- https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0465-546X2024000300005&script=sci_abstract&tlng=en
- [25] F. González Quiroz and C. Verdugo Villanueva, “Impactos del teletrabajo en el bienestar psicológico de trabajadores de empresas de servicios profesionales,” Universidad de Chile, 2022.
- [26] O. Gualteros Hernández, S. Leone Polo, and S. Zambrano Arango, “Modelo de gestión del liderazgo de grupos interculturales en Contextos de trabajo híbrido en multinacionales del sector tecnológico con presencia en Colombia,” Universidad EAN, Bogotá, 2024.
- [27] P. Guerrero Alvarado and M. Pérez de Armas, “Impacto del teletrabajo en la satisfacción laboral de los empleados de una institución del sector bancario del Ecuador,” *REINCISOL: Revista de Investigación Científica y Social*, vol. 4, no. 7, pp. 1935–1957, 2025. [Online]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10125684>
- [28] A. Isaza Sánchez, J. Chunza García, and L. Morales Araque, “Formulación de estrategias de mejora en la calidad de vida de equipos mixtos de trabajo post pandémico,” Universidad EAN, Bogotá, 2023.
- [29] M. León and L. Moreno, “Afectaciones en la salud mental de los trabajadores que continuaron con la modalidad de teletrabajo post pandemia en Colombia,” Universidad ECCI, Bogotá, 2023.
- [30] M. López Castillo, “Promoción de la salud en modalidad híbrida para trabajadores de oficina durante pandemia por COVID-19,” Universidad Autónoma de Nuevo León, México, 2021.
- [31] S. Madero Gómez and O. Vásquez, “El Futuro del Trabajo y sus Implicaciones en el Talento,” *Investigación administrativa*, vol. 54, no. 135, 2025, doi: 10.35426/iav54n135.05.
- [32] J. Martínez Serrats, “Modelo de evolución de la cultura de empresa española: el nuevo tratamiento de los riesgos laborales a través del humanismo digital. Especial aplicación a centros adscritos a la educación superior,” Universidad de Salamanca, España, 2024.
- [33] V. Martínez, “Revolución tecnológica e impacto en sociedad, el trabajo y la gestión del talento,” Universidad Zaragoza, España, 2024.
- [34] F. Muñoz Pinelo, “La nueva era de los pedidos a domicilio: La implementación de la realidad aumentada en la empresa Supermercados MAS,” Universidad Abierta de Cataluña, España, 2021.
- [35] L. Nitola Torres, K. Ortega Méndez, and C. Porras, “Propuesta de implementación de pausas activas por medio de un asistente virtual para la pyme colombiana IT270 SAS,” Universidad EAN, Bogotá, 2021.
- [36] A. Parra Mejía, “Importancia de la salud mental en el trabajo,” Universidad La Salle, Bogotá, 2023.
- [37] I. Parra, “Trabajo híbrido como estrategia de gestión en las organizaciones desde la salud y seguridad laboral,” Vicerrectora Académica, p. 28, 2024. [Online]. Available: <https://uba.edu.ve/wp-content/uploads/2024/07/Obra25.-Memoria-III-CIEU-2023.pdf#page=28>
- [38] I. Payés Argueta, “La pandemia del COVID-19 y su incidencia a nivel psicológico en los padres de familia asistentes al programa Plan 24 A del ISIPs en el año 2020,” Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 2022.
- [39] C. Principal, “Análisis De Factores De Riesgo Psicosocial En Los Trabajadores En Modalidad Híbrida De La Empresa Syscaf Sas,” *Seguridad Y Salud En El Trabajo*, vol. 15, p. 12, 2023.
- [40] S. F. Rentería Moreno, “Derechos de los trabajadores en la era digital: análisis de la regulación del teletrabajo y los desafíos para su protección laboral en Colombia,” Universidad Libre, Bogotá, 2024.
- [41] A. I. Rodríguez Vásquez, “Efectos de la emergencia Covid-19 en la salud mental de los trabajadores: una revisión de alcance,” Universidad Internacional SEK, Ecuador, 2021.
- [42] A. Rodríguez, P. Suasnavas, G. Villalobos, and C. Varela Vielma, “Efectos de la Emergencia Covid-19 en la Salud Mental de los Trabajadores: Una Revisión de Alcance,” *INVESTIGATIO*, no. 18, 2022, doi: 10.31095/investigatio.2022.18.7.
- [43] C. Roncancio Guerrero, “El desafío remoto: innovaciones para un teletrabajo mentalmente saludable en Colombia,” Universidad EAN, Bogotá, 2024.
- [44] R. San Román Lucioni, W. Arias Gallegos, and M. Gallegos, “Teleworking and occupational mental health: Reflections on the implications of the COVID-19 pandemic,” *Población Y Salud En Mesoamérica*, vol. 22, no. 1, 2024, doi: 10.15517/psm.v22i1.58337.
- [45] R. San Roman, W. Arias, and M. Gallegos, “Teletrabajo y salud mental ocupacional: reflexiones sobre las implicancias de la pandemia de COVID-19,” 2024. [Online]. Available: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/256108>
- [46] B. Silva Díaz, “Impacto del trabajo remoto en la salud mental,” Universidad de las Américas, Ecuador, 2025.
- [47] A. Tapia, “El desarrollo de una legislación integral que proteja la salud mental de los trabajadores en actividades de teletrabajo para sector público,” Universidad Internacional SEK, Ecuador, 2024.
- [48] L. Torres Sánchez and Y. Torres Sánchez, “Relación entre trabajo remoto/híbrido y experiencia del empleado,” Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, Antioquia, 2024.
- [49] D. Valencia Martínez, L. Álvarez Guerra, I. Puentes Moreno, and F. Rincón León, “Análisis del impacto del

modelo de trabajo (remoto, híbrido y presencial) en la rotación de personal en el sector tecnológico en Bogotá,” Universidad EAN, Bogotá, 2025.

- [50] I. Vargas Reinoso and C. Cevallos Recalde, “El modelo de trabajo híbrido y su impacto financiero en el desempeño laboral. Caso personal administrativo de Sociedad Industrial Ganadera El Ordeño y CORPABE al 2023,” *MQRInvestigar*, vol. 8, no. 3, pp. 1735–1752, 2024, doi: 10.56048/MQR20225.8.3.2024.1735-1752.
- [51] L. Villadangos Lainz, “Adaptación a la nueva realidad laboral: estrategias para la implementación efectiva del modelo híbrido de trabajo,” Universidad Pontificia Comillas, España, 2024.
- [52] T. Wittke, D. Fagundez, F. González, S. Nion, and D. Ottado, “Teletrabajo en Uruguay en pandemia del covid-19: tensiones, desafíos y perspectivas,” in *Innovación y tradiciones. Psicología del trabajo y de las organizaciones en Iberoamérica*, A. Pujol and I. Gutiérrez, Eds., pp. 56–81, 2023. [Online]. Available: <https://core.ac.uk/download/pdf/588554742.pdf#page=56>

Lina Leydy Atencia Jiménez 1. Ingeniera en Higiene y Seguridad Industrial del Instituto Universitario de la Paz (2020, Barrancabermeja, Colombia) Especialista en Gestión Psicosocial de la Corporación Universitaria Minuto de Dios – Uniminuto (2023, Bogotá, Distrito Capital). Cuenta con más de 10 años en experiencia en implementación del Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo en empresas del sector privado y más de 7 años como asesor en prevención de riesgos para una ARL. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-5406-5140>

ANÁLISIS DE LA HUELLA DE CARBONO EMPRESARIAL COMO INSTRUMENTO DE GESTIÓN AMBIENTAL EN MiPymes DEL SECTOR DE LAS TELECOMUNICACIONES EN BARRANCABERMEJA - SANTANDER

Analysis of the corporate carbon footprint as an environmental management instrument in MIPYMES for the telecommunications sector in Barrancabermeja - Santander

Amir Palencia Martínez ¹
yapalmar93@gmail.com

¹Ingeniero Ambiental, Universidad de Boyacá. Especialista en Seguridad y Salud en el Trabajo, Universidad Manuela Beltrán. Auditor ISO 14064-2:2020. Operador de Estaciones de Hidrocarburos. Barrancabermeja, Colombia

Recibido: marzo 25 de 2025 – Aceptado: mayo 4 de 2026

Resumen

La presente investigación tuvo como propósito realizar un análisis que permitió determinar la huella de carbono como un instrumento de gestión ambiental para las MiPymes, identificando las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) asociadas con sus actividades. Las MiPymes en el sector de las telecomunicaciones desempeñan un papel crucial en la prestación de servicios de comunicación y conectividad a nivel organizacional. Por lo tanto, al igual que otros sectores, estas empresas generan una huella de carbono significativa, derivada de sus actividades y operaciones. La siguiente investigación buscó además identificar sus principales fuentes de emisión y determinó sus estrategias de mitigación. La metodología implementada para llevar a cabo esta investigación, se centró principalmente en establecer una búsqueda en base de datos científicas reconocidas, complementándose con los operadores booleanos (AND – OR – NOT) respectivamente, estableciendo criterios y características de búsqueda para obtener una búsqueda más detallada y focalizada, se realizó la búsqueda de empresas en la ciudad de Barrancabermeja que brindan el servicio de las telecomunicaciones, encontrando un total de veinte (20) empresas, posteriormente se realizó un análisis exhaustivo, teniendo en cuenta su estado actual, servicios ofrecidos, relación con la sostenibilidad y sus estrategias frente a la temática. Finalmente, se concluyó que aunque el sector de las telecomunicaciones cada vez está creciendo rápida y exponencialmente, las empresas no han aportado o adoptado estrategias que contribuyan a un cambio significativo y/o considerable con el cambio climático, sin embargo han optado por implementar cambios en sus equipos e infraestructura, indicando que es necesario que las empresas del sector estén a la vanguardia de cumplimientos normativos accediendo a nuevos mercados, comprometiéndose con la sostenibilidad

Palabras clave: *Huella de Carbono, Telecomunicaciones, Gestión Ambiental, MiPymes, Empresas.*

Abstract

The purpose of this research was to conduct an analysis to determine the carbon footprint as an environmental management tool for MSMEs (Micro, Small, and Medium-Sized Enterprises), identifying the greenhouse gas (GHG) emissions associated with their activities. MSMEs in the telecommunications sector play a crucial role in providing communication and connectivity services at the organizational level. Therefore, like other sectors, these companies generate a significant carbon footprint derived from their activities and operations. This study also sought to identify the main sources of emissions and determine mitigation strategies.

The methodology implemented for this research focused primarily on conducting a search in recognized scientific databases, complemented by the use of Boolean operators (AND, OR, and NOT), establishing specific search criteria and characteristics to obtain more detailed and focused results. A search was conducted to identify telecommunications service providers in the city of Barrancabermeja, resulting in a total of twenty (20) companies. Subsequently, an exhaustive analysis was carried out, taking into account their current status, services offered, relationship with sustainability, and strategies related to the topic. Finally, it was concluded that although the telecommunications sector is growing rapidly and exponentially, companies have not yet adopted strategies that significantly contribute to addressing climate change. However, they have begun implementing changes in their equipment and infrastructure. This indicates the need for companies in the sector to remain at the forefront of regulatory compliance, gain access to new markets, and strengthen their commitment to sustainability.

Keywords: *Carbon Footprint, Telecommunications, Environmental Management, MiPymes, Companies.*

I. INTRODUCCIÓN

En Colombia, las políticas ambientales están cada vez más de la vanguardia en cuanto a su reglamentación y lineamiento normativo. Esto se refleja en la cooperación progresiva del gobierno y su sector empresarial, así como en la adaptabilidad e incorporación de medidas sustentables encaminadas a la sostenibilidad, considerando los intereses económicos, ambientales, tecnológicos y sociales.

Por tal motivo, la gestión ambiental corporativa está centrada en ser un pilar clave en la responsabilidad empresarial al abordar temas como la contaminación, el cambio climático, el deterioro de los terrenos y la desaparición de la biodiversidad, convirtiéndose en una herramienta esencial para la cohesión y el desarrollo. Igualmente, las empresas “fortalecieron sus capacidades en cuanto a la construcción y a los reportes de inventario de GEI, la construcción de los planes de administración y gestión, involucrando el concepto de carbono neutralidad en su planeación estratégica” definiéndolos como compromisos ambientales a mediano plazo (2030) y largo plazo (2050). (MADS, 2021).

De igual modo, el programa desplegará acciones de sensibilización en la sociedad civil frente al cambio climático y promoverá la cuantificación y reducción de sus emisiones de GEI por medio del uso herramientas de cálculo. (MADS, 2021).

La presente investigación tiene una utilidad metodológica, pretendiendo contribuir al desarrollo sobre la temática planteada, de igual manera se podrá identificar las principales fuentes de emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y las condiciones actuales de las organizaciones en el sector de las telecomunicaciones, donde se realizarán futuras investigaciones que usarán técnicas compatibles, esclareciendo las posibles acciones para su mitigación e iniciativas sostenibles.

II. DESARROLLO DEL ARTÍCULO

FUENTES DE EMISION.

En el sector de las telecomunicaciones, la huella de carbono puede ser significativa debido a diversas fuentes de emisión.

ENERGÍA ELÉCTRICA PARA INFRAESTRUCTURA

Centro de Datos:

Estos centros requieren grandes cantidades de energía para funcionar y enfriarse. La electricidad utilizada en estos centros puede provenir de fuentes no renovables, contribuyendo a las emisiones de CO₂.

TORRES/MONOPOLOS DE TELECOMUNICACIONES:

Las torres de telecomunicaciones y los monopolos o mástil de telecomunicaciones que transmiten señales también requieren energía eléctrica para su funcionamiento.

REDES DE TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN

Equipos de red:

Routers, Switches, Acces Point, UPS, Baterías, Radios y otros equipos de red consumen energía durante su operación.

Equipos de Comunicaciones:

Las antenas, sectoriales e infraestructura de comunicaciones que conecta redes locales y globales requiere energía constante.

FABRICACIÓN Y TRANSPORTE DE EQUIPOS

Producción de Equipos:

La fabricación de equipos de telecomunicaciones, como antenas, cables, y dispositivos móviles, implica procesos industriales que generan emisiones de carbono.

TRANSPORTE:

El transporte de equipos desde las fábricas hasta los puntos de venta y su posterior distribución también contribuye a las emisiones.

USO DE EQUIPOS POR LOS CONSUMIDORES

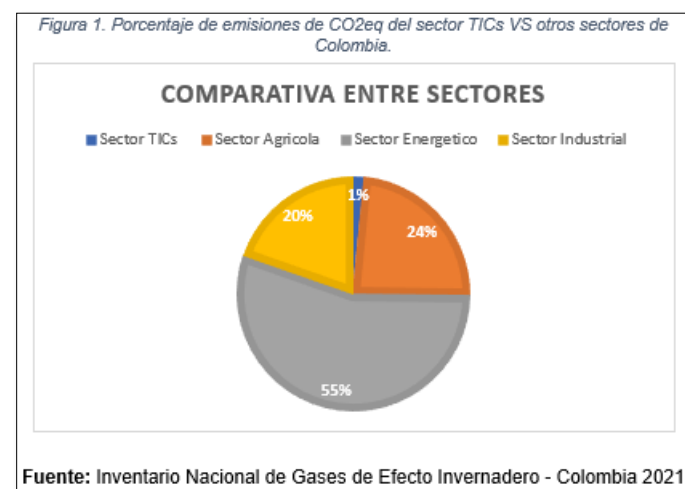
Dispositivos de usuario:

El uso de dispositivos como teléfonos inteligentes, televisores inteligentes, tablets y computadoras también implica consumo energético durante su funcionamiento y carga.

CONTEXTO DEL SECTOR

En Colombia actualmente, las micro, pequeñas y medianas empresas (MiPymes) del sector de telecomunicaciones, en el marco de la búsqueda de estrategias de sostenibilidad, han optado por la implementación de la huella de carbono como instrumento de gestión ambiental, no solo para mitigar las emisiones de GEI que afectan directamente el cambio climático, sino que también se establecen liderazgo empresarial.

A continuación, en la **Figura 1**, se pueden analizar diferentes graficas en cuanto al comportamiento de las TICs frente a otros sectores en Colombia.



III. METODOLOGIA

Se elaboró de la siguiente manera.

Base de datos científicas reconocidas como (Google Scholar, NLM, Jstor), complementándose con los operadores booleanos (AND – OR – NOT) respectivamente, para obtener una búsqueda más detallada y focalizada.

Se establecieron criterios y ecuaciones de búsqueda, donde se excluyeron las siguientes palabras claves y características de búsqueda.

- **Palabras Claves de Inclusión:** Se incluyeron las siguientes palabras claves.
 1. Huella de Carbono
 2. Empresa
 3. Telecomunicaciones
 4. Huella de Carbono Corporativa
 5. Footprint
 6. Telecommunications
 7. TIC
- **Características de Búsqueda Incluidas:** Solamente se tendrán en cuenta artículos relacionados de bases de datos mencionadas anteriormente en el idioma español e inglés con un intervalo de tiempo de 4 años.
- **Palabras Claves de Exclusión:** Se excluyeron las siguientes palabras claves por nula información.
 1. Otro sector
 2. Other Industry
 3. Construcción
 4. Obra Civil
 5. Construction

Cuadro 1. Referencias de Búsqueda.

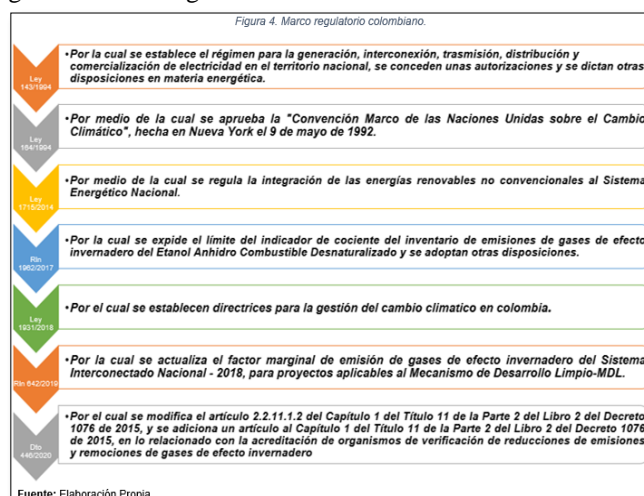
Base de datos	Ecuaciones de Búsqueda	Número de Artículos
Google Scholar	huella de carbono AND empresas AND Telecomunicaciones [2020 - 2024]	3.770
	huella de carbono AND empresas AND telecomunicaciones AND Colombia "huella de carbono" NOT otro sector	748
JSTOR	footprint and telecommunications	9
	footprint and information technology and telecommunications	6
NLM	footprint carbon AND telecommunications, Article attributes (Open access) – Publication date (5 years)	20

Fuente: Elaboración propia

REGULACION NACIONAL

En Colombia, la normatividad se organiza jerárquicamente, con la Constitución Política como norma suprema, seguida por las leyes, decretos y resoluciones. En la Figura 4 se presenta el detalle del marco regulatorio colombiano, el cual se analiza con mayor profundidad a lo largo de este capítulo. En 1994, se estableció la Ley 143, la cual estableció el procedimiento

Figura 4. Marco regulatorio colombiano



para la producción, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de electricidad a nivel nacional. Esta regulación otorgó permisos y disposiciones en el sector energético, interconexión, transmisión y venta de electricidad, definiendo los parámetros en su Artículo 11 para la utilización eficaz de las fuentes de energía, tanto tradicionales como no tradicionales, para una administración óptima de los recursos energéticos. (Mateus, D 2020).

En ese mismo año, se prueba la "Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", consignada en la Ley 164. Pretendiendo adoptar los temas vistos y que el país implementara los principios y estrategias para combatir el cambio climático. (IDEAM, 1994).

En 2014, la Ley 1715 tuvo un vínculo con la huella de carbono, dado que uno de los deberes administrativos estipulados en su Artículo 6 del Ministerio de minas y energía, implicaba fomentar el desarrollo del carbono a través de energías no convencionales, considerando la eficiencia energética. (Congreso de la República de Colombia, 2014).

En 2017, la resolución 1962 define la "limitación del indicador de cociente en el inventario de emisiones de gases de efecto invernadero de Etanol Anhidro Combustible Desneutralizado, y se aplican otras acciones." Esta medida tiene una estrecha relación con los gases de efecto invernadero, dado que los fabricantes, transportistas o importadores de este producto producen emisiones directas de gases de efecto invernadero, tales como la combustión en calderas, vehículos u otras formas de combustiones químicas. Adicionalmente, también pueden producirse emisiones indirectas debido al consumo de energía que la empresa produce o produce. (MADS, 2012).

En este mismo año, también surge la Ley 1931, la cual definió ideales como la autogestión y la responsabilidad que deben asumir las entidades legales, privadas, públicas o naturales al involucrarse en actividades vinculadas al cambio climático y

a su administración. (Congreso de la República de Colombia, 2012).

En 2019, surge la resolución 642 relacionada con los gases de efecto invernadero y la huella de carbono. Esta resolución fue redactada por la UPME (Unidad de Planeación Minero Energética), que se dedica a los índices de emisión. Para ello, se busca conocer el factor más reciente de emisiones de gases de efecto invernadero del SIN, que en 2018 alcanzó los 0.381 tonCO₂/MWh, utilizando este como fundamento para determinar el avance de estos gases. (MADS, 2019).

Por último, se estableció el decreto 446 del 2020, por lo que se altera el artículo 2.2.11.1.2 del Capítulo 1 del Título 11 de la Sección 2 del Libro 2 del Decreto 1076 de 2015 y se añade un artículo al Capítulo 1 del Título 11 de la Sección 2 del Libro 2 del Decreto 1076 de 2015, en relación con la acreditación de entidades para verificar las reducciones de emisiones y la eliminación de gases de efecto invernadero. (Presidencia de la República de Colombia, 2020).

IV. ESTUDIO DE CASO

El presente análisis investigativo se realizó para el sector de las telecomunicaciones, estableciendo como criterio de búsqueda [MiPymes de la ciudad de Barrancabermeja], describiendo su actividad económica, clasificación y estado actual, teniendo en cuenta los diferentes clientes a los que se le prestaron servicios, con el objetivo de identificar quienes han implementado el ejercicio de la huella de carbono como instrumento de gestión ambiental, en su compromiso con la sostenibilidad. (Informa Colombia-directorio de empresas, 2024).

El Cuadro 2, posteriormente presenta las relaciones entre las distintas compañías del sector de las telecomunicaciones.

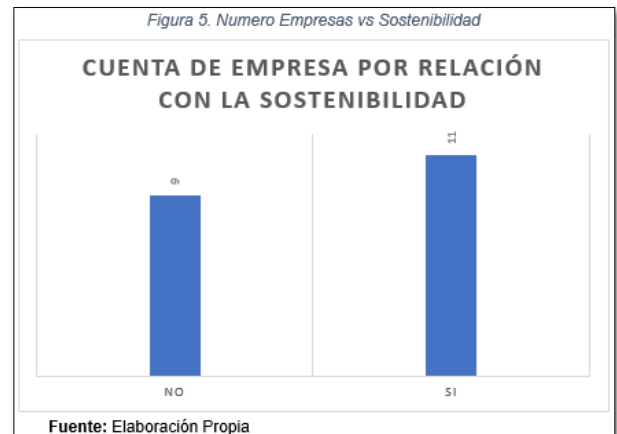
Cuadro 2. Relación de Empresas del Sector de las Telecomunicaciones con la Sostenibilidad.

Empresa	Sitio Web	Servicio Ofertentes	Clasificación	Clientes	Relación con la Sostenibilidad	Estrategia
ALIANZAS SERVICIOS TECNOLÓGICOS SAS	No Registra	Actividades de telecomunicaciones alámbricas, Instalaciones eléctricas, Comercio al por menor de computadores y equipos periféricos, programas de informática y equipos de telecomunicaciones en establecimientos especializados	Micro Empresa	Residenciales, Empresariales	NO	NA
TV CABLE EL CENTRO SAS	https://www.ableidcentrosas.com/vivitel/	Internet y Televisión	Micro Empresa	Rurales, Residenciales y Empresariales	SI	Instalación del servicio mediante fibra óptica
COMTECOL SAS	No Registra	Instalaciones eléctricas, Construcción de otras obras de ingeniería civil, Comercio al por menor de computadores, equipos periféricos programas de informática y equipos de telecomunicaciones en establecimientos especializados	Micro Empresa	Residenciales, Empresariales	NO	NA
REDVIVA SAS	No Registra	Internet residencial, Internet empresarial y Mantenimiento de redes	Micro Empresa	Residenciales, Empresarial	SI	1. Instalación del servicio mediante fibra óptica. 2. Mantenimiento y revisión de redes mediante CCTV.
DISTRINET BCA	No Registra	Internet residencial	Micro Empresa	Residencial	NO	NA
ONLINE TV SAS	No Registra	Internet residencial	Micro Empresa	Residencial (Aliado de DIRECTV)	NO	NA
HARTEC SAS	No Registra	Actividades de telecomunicaciones inalámbricas, Instalaciones eléctricas, Comercio al por menor de computadores, equipos periféricos programas de informática y equipos de telecomunicaciones en establecimientos especializados	Micro Empresa	Residenciales, Empresariales	NO	NA

SYLTETRONIC SAS	No Registra	Internet residencial	Micro Empresa	Residencial (Aliado de DIRECTV)	NO	NA
TEVECOL SAS	No Registra	Actividades de telecomunicaciones alámbricas, inalámbricas, satélite	Micro Empresa	Empresarial	SI	Instalación del servicio mediante fibra óptica
CABLE YUMA SAS	https://cableyuma.com/worldpress.com/	Empresa orientada a la búsqueda de soluciones en internet para los hogares de estrato 0, 1 y 2 siempre a bajo costo.	Micro Empresa	Residenciales, Empresariales	SI	Instalación del servicio mediante fibra óptica
MANTEL INGENIERIA	https://mantelmeda.com/home/	Energía, Tecnología y Telecomunicaciones	Mediana Empresa	Ecopetrol, Sierracol	SI	Prueba piloto de la cuantificación de la huella de carbono mediante GHG Protocol a matriz propia de la compañía.
TELEMATICA SAS	https://telmat.com/	Empresa colombiana que desarrolla soluciones en telecomunicaciones y desarrollo de software, apasionados en innovar en soluciones de acuerdo con las necesidades de nuestros clientes y comprometidos en mantener altos estándares de calidad, medio ambiente, seguridad y salud en el trabajo en todos nuestros procesos.	Mediana Empresa	CLARO, Frontera, Mansarovar, Hocoel, Canacol, Ecopetrol, Sierracol, Tecepetrol, Enel	SI	Cuantificación de la huella de carbono mediante GHG Protocol e matriz propia de la compañía. Recibió certificación de (GEI) por parte de ICONTEC Internacional. Esta certificación verifica y valida el inventario de emisiones de GEI para el año 2023, conforme a la norma ISO 14064.3:2019.
INGEVIDA SAS	https://www.ingevida.com/	Sistemas de llamado a enfermería y redes de datos y equipos tecnológicos, adecuaciones de data center.	Micro Empresa	Residenciales, Empresariales	SI	Equipos digitales de regulador de energía, monitoreo por CCTV, energía solar para alimentación de radios.
COLOMTEL	https://www.colomtel.com/mc2/	Soluciones de conectividad en la región, sobresaliendo por calidad, innovación, compromiso.	Mediana Empresa	Multirsa, CIMA, Alcaldía Municipal, La Perla, PMAF	SI	1. Conectividad por FO 2. Conectividad por RE (Radios con mayor distancia y capacidad). 3. Conectividad por Arhentas (Arhentas más pequeñas y amigables con el medio ambiente).
INTER OPTICA BARRANCA SAS	No Registra	Actividades de telecomunicaciones alámbricas e inalámbricas, actividades de programación y transmisión de televisión	Micro Empresa	Empresarial	NO	NA
RCA TELECOMUNICACIONES SAS	No Registra	Actividades de telecomunicación satélite, comercio al por menor de productos farmacéuticos y medicinales cosméticos y artículos de bazar en establecimientos especializados	Micro Empresa	Empresarial	NO	NA
HQ MARKET SAS	No Registra	Internet residencial	Micro Empresa	Residencial (Aliado de DIRECTV)	NO	NA
SINPROTECH SAS	No Registra	Actividades de telecomunicaciones inalámbricas.	Micro Empresa	Empresarial	SI	1. Conectividad por FO 2. Conectividad por RE (Radios con mayor distancia y capacidad).
GIGALAN SAS	No Registra	Actividades de telecomunicaciones inalámbricas.	Micro Empresa	Empresarial	SI	1. Conectividad por FO 2. Conectividad por RE (Radios con mayor distancia y capacidad).
CELMAC COMUNICACIONES SAS	No Registra	Otras actividades de telecomunicaciones	Micro Empresa	Empresarial	SI	1. Sistemas y monitoreo de CCTV y alarma en tiempo real. 2. Conectividad por FO 3. Dispositivos de conexión SMART

Fuente: Elaboración Propia

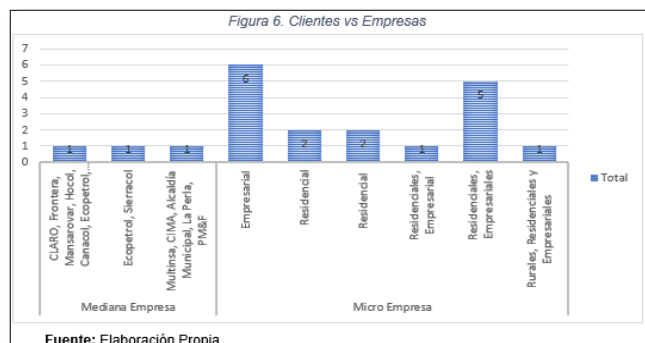
En la siguiente Figura 5, se pueden analizar el compromiso que



tienen las empresas de la ciudad, frente a la sostenibilidad.

De acuerdo con el análisis del número de empresas versus su compromiso con la sostenibilidad, podemos observar que 13 empresas equivalente al 86,66% no están comprometidas con el cambio climático, y solo 2 empresas correspondientes al 13,33% lo están.

Para la **Figura 6**, se evidencia la relación de las empresas con los diversos clientes.



De acuerdo con este *análisis*, solo 2 empresas correspondientes al 13,33% están comprometidas con la sostenibilidad, estas mismas empresas tienen clientes potenciales, lo cual hace que las empresas estén a la vanguardia de cumplimientos normativos, ventajas competitivas, acceso a nuevos mercados eficiencia operativa, compromiso responsable social, generando reputación y credibilidad. El restante 86,66 % ofrece servicios de internet, telefonía, CCTV, empresariales y residenciales.

V. CONCLUSIONES

Los resultados de esta investigación evidencian que, para las empresas del sector de telecomunicaciones en Barrancabermeja, la adopción de estrategias de sostenibilidad no es solo una opción, sino una necesidad estratégica. A diferencia de estudios previos que han abordado la sostenibilidad desde una perspectiva global, este trabajo revela que, a nivel local, solo dos compañías han implementado estrategias orientadas a la gestión de la huella de carbono.

Este hallazgo subraya una deficiencia significativa en el sector, la cual limita la capacidad de las empresas para optimizar costos operativos y reducir el impacto ambiental. En contraste con la literatura existente, que enfatiza la sostenibilidad principalmente como un compromiso ético, este estudio demuestra que su aplicación es una herramienta financiera clave para mejorar la eficiencia operativa y proyectar transparencia. Por tanto, se recomienda a las organizaciones del sector integrar la gestión de emisiones no solo como una medida de cumplimiento, sino como un pilar de su modelo de negocio para fortalecer su reputación y competitividad en el mercado

REFERENCIAS

[1] Caem, Cámara de Comercio, and CAR, “Guía metodológica para el cálculo de la huella de carbono corporativa a nivel sectorial,” 2013.

[2] NTC-ISO 14064-1, “Gases de efecto invernadero. Parte 1: Especificación con orientación, a Nivel de las organizaciones, para la Cuantificación y el informe de las emisiones y Remociones de gases de efecto invernadero,” 2020.

[3] Informa Colombia, “Directorio de Empresas Barrancabermeja,” 2024.

[4] IDEAM, “Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático,” 1994.

[5] Mellado and Salinova, “Huella de carbono en latinoamérica como herramienta de medición de impacto ambiental en Instituciones privadas,” 2021.

[6] Frohmann and Olmos, “Huella de carbono, exportaciones y estrategias empresariales frente al cambio climático,” 2013.

[7] Quevedo, “La responsabilidad social y la huella de carbono en las organizaciones,” 2018.

[8] Otálora, “Elaboración del procedimiento para el cálculo de la huella de carbono empresarial de enel colombia,” 2022.

[9] Varón, Osorio, and Morales, “Carbon footprint of university campus from colombia,” 2021.

[10] R. A. Romero Cabrera, “Estrategias de reducción y mitigación de la huella de carbono corporativa en la red de telecomunicaciones de la Empresa en la ciudad de Quito,” 2019.

[11] Perilla Hernández, “Propuesta de selección metodológica para la medición de la huella de carbono en el uso de las TIC,” 2020.

[12] Y. Neira, “Implementación de prácticas enfocadas para la correcta gestión ambiental en la empresa Emtelco S.A.S.,” 2023.

[13] D. Mateus, “Estudio y selección de la metodología a utilizar para la medición de la huella de carbono en el uso de las TIC en Colombia,” 2020.

[14] G. San Miguel, B. M. Bañales, D. Ruiz, S. Álvarez, J. Pérez, and M. T. Arredondo, “Carbon footprint and employment generation produced by ICT networks for Internet deployment: A multi-regional input-output analysis.”

DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA TIPO MARQUESINA PARA EL SECADO HOMOGÉNEO Y RÁPIDO DEL CAFÉ

Design of a Canopy-Type Structure for Homogeneous and Rapid Drying of Coffee

Sargen Yohan Lozano Arias ¹
sargen.lozano@unipaz.edu.co

¹Instituto Universitario de la Paz, Escuela de Ingeniería de Producción, Grupo de Investigación en Reingeniería, Innovación Y Productividad

Recibido: septiembre 15 de 2025 – Aceptado: mayo 28 de 2026

Resumen

El presente artículo tiene como objetivo diseñar una secadora de café tipo marquesina para optimizar el secado del café pergamino en la región del Catatumbo, Norte de Santander, Colombia, abordando la necesidad de mejorar la eficiencia térmica y la calidad del producto. Para ello, se realizaron estudios de campo en fincas locales durante enero de 2024, donde se recopilaban datos de temperatura y dimensiones de marquesinas existentes, además de analizar la geometría y el movimiento homogéneo del grano en el proceso de secado. A partir de los resultados obtenidos, se propuso una estructura con cubierta parabólica y un mecanismo de rastrillo diseñado para garantizar un secado más uniforme y rápido. Los hallazgos demuestran que la modificación en la altura y forma de la cubierta, junto con el nuevo sistema de movimiento, permite reducir las pérdidas de calor, acelerar el proceso y mejorar la calidad final del café. En conclusión, la implementación del diseño propuesto aporta una solución viable para incrementar la eficiencia y sostenibilidad de los caficultores de la región

Palabras clave: *Diseño de marquesina, café pergamino, secado homogéneo, caficultor, eficiencia térmica, secado solar*

Abstract

This article aims to design a canopy-type coffee dryer to optimize the drying of parchment coffee in the Catatumbo region, Norte de Santander, Colombia, addressing the need to improve thermal efficiency and product quality. To this end, field studies were conducted on local farms during January 2024, where temperature and dimension data from existing canopies were collected, in addition to analyzing the geometry and homogeneous movement of the bean during the drying process. Based on the results obtained, a structure with a parabolic roof and a rake mechanism designed to ensure more uniform and rapid drying was proposed. The findings demonstrate that modifying the height and shape of the roof, together with the new movement system, reduces heat losses, accelerates the process, and improves the final coffee quality. In conclusion, the implementation of the proposed design provides a viable solution to increase the efficiency and sustainability of coffee growers in the region.

Keywords: *Canopy design, parchment coffee, homogeneous drying, coffee grower, thermal efficiency, solar drying.*

I. INTRODUCCIÓN

En gran parte de las regiones de Colombia, y específicamente en Norte de Santander, la siembra y recolección del café constituyen una actividad fundamental para los campesinos que dependen de este cultivo para obtener ingresos significativos durante la cosecha. Para el periodo del 2020, el departamento cuenta con 36 municipios productores de café y aproximadamente 23.500 hectáreas dedicadas a este cultivo, logrando una producción cercana a 22 sacos de café por hectárea [1]. Además, esta producción significativa del café se sustenta en un proceso productivo compuesto por varias etapas fundamentales, las cuales se ilustran en la Figura 1. En primer lugar, se realiza la recolección manual de las cerezas maduras, garantizando la selección del fruto en su punto óptimo. Posteriormente, el café es sometido a un proceso de despulpado y lavado, donde se retira la pulpa y las impurezas presentes en el grano. A continuación, se lleva a cabo el secado del café, empleando marquesinas, patios solares o secadoras mecánicas, con el fin de reducir el contenido de humedad hasta niveles adecuados para su conservación.

Seguidamente, el grano seco pasa por la etapa de trillado, en la cual se elimina la cáscara para obtener el café verde. Finalmente, se realiza el tostado y la molienda, procesos que permiten desarrollar las propiedades sensoriales del grano y obtener el producto final listo para su comercialización.



Figura 1. Proceso de Producción de Café.

Fuente: Elaboración propia, con datos obtenidos y adaptados de CAFÉSABORA [2].

Cada una de estas fases es fundamental para asegurar la calidad final del producto, que será procesado en las fábricas de café en polvo. Para garantizar un buen café, es fundamental optimizar el proceso de secado en óptimas condiciones, ya que estudios recientes indican que un control adecuado de la temperatura y ventilación durante el secado reduce significativamente la aparición de defectos físicos y microbiológicos en el café, impactando directamente en la calidad sensorial y la vida útil del grano [3]. Con este enfoque técnico permite a los caficultores mejorar la consistencia del producto final y aumentar su competitividad en mercados exigentes, mitigando riesgos asociados a fermentaciones indeseadas y garantizando una adecuada conservación de los

compuestos aromáticos y nutrientes esenciales [4].

Por ello, optimizar estas etapas no solo impacta la rentabilidad de los productores, sino también la sostenibilidad del cultivo en la región, destacando la importancia de mejorar procesos como el secado para garantizar un café de alta calidad y competitivo en el mercado. [5].

Actualmente, los caficultores emplean diferentes métodos para realizar el proceso de secado del café, entre los cuales se destacan las marquesinas, los patios solares y las secadoras mecánicas a gas, tal como se muestra en la Figura 2. En la Figura 2(a) ilustra el secado en patio solar, caracterizado por su bajo costo de implementación y aprovechamiento de la energía solar directa, aunque es altamente dependiente de las condiciones climáticas y presenta riesgo de secado heterogéneo, lo que puede propiciar la aparición de hongos o fermentación. En la siguiente Figura 2(b) se presenta el secado en marquesina, el cual permite proteger el grano de la lluvia y contaminantes, ofreciendo un mayor control del proceso respecto al patio solar; sin embargo, depende de la radiación solar disponible y puede tardar entre 7 y 15 días.

Finalmente, la Figura 2(c) muestra la secadora a gas, la cual permite un secado rápido y uniforme en un periodo de 24 a 48 horas, reduciendo el riesgo microbiológico; no obstante, implica mayores costos de inversión y operación, además de un elevado consumo energético que puede afectar el perfil sensorial del grano si no se controla adecuadamente la temperatura [6].



a) Secado solar en patio. b) Marquesina. c) Secadora a gas.

Figura 2. Tipos de Secadoras de Café.

Fuente: Adaptado de Cárdenas y Pardo (2014).[7]

Entre las alternativas de secado empleadas en el sector cafetero, las estructuras tipo marquesina han adquirido especial relevancia debido a su capacidad para aprovechar la energía solar de manera más eficiente en comparación con métodos tradicionales a cielo abierto. Estas estructuras funcionan como sistemas de secado solar indirecto que operan bajo el principio de efecto invernadero, permitiendo incrementar la temperatura del aire en su interior y favorecer la evaporación de la humedad contenida en el grano. No obstante, las configuraciones convencionales de las marquesinas presentan limitaciones relacionadas con su geometría y la ausencia de mecanismos que faciliten el movimiento del café durante el proceso, lo que puede generar distribuciones térmicas no uniformes y afectar la homogeneidad del secado. [8]

Por tal razón, la persistencia de estas prácticas anticuadas puede limitar que las familias cafeteras de Norte de Santander

obtingan el máximo beneficio económico, comprometiendo la rentabilidad de su producción y poniendo en riesgo su sustento.

Para enfrentar esta problemática, se propone el diseño de una secadora tipo marquesina orientada a optimizar el proceso de secado mediante la reducción de las pérdidas de calor y la mejora en la distribución de la temperatura al interior de la estructura, lo que favorece un secado más homogéneo del grano. Esta optimización se logra a partir de la modificación geométrica de la cubierta y la incorporación de un mecanismo que permite la remoción constante del café durante el proceso, disminuyendo el tiempo de secado y reduciendo el riesgo de aparición de hongos o fermentaciones indeseadas. De esta manera, se contribuye a mejorar la calidad del producto final y la sostenibilidad económica de los productores.

II. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

Ante la problemática detectada en la calidad y eficiencia del secado de café, se llevó a cabo una revisión bibliográfica y documental mediante la consulta de bases de datos académicas como Scopus, ScienceDirect, Google Scholar y repositorios institucionales, utilizando palabras clave como secado de café, secado solar, marquesinas, transferencia de calor y eficiencia térmica. Inicialmente, se identificaron estudios relacionados con métodos tradicionales y mecánicos de secado publicados entre 2010 y 2024, de los cuales se seleccionaron aquellos que abordaban principios de funcionamiento, análisis térmico y desempeño bajo condiciones climáticas similares a las de la región de estudio. Con esta revisión, se permitió integrar antecedentes técnicos y normativos relevantes sobre los principales métodos de secado de café, haciendo especial énfasis en el uso de marquesinas o invernaderos.

Por tal razón, a partir de la revisión bibliográfica realizada, se incluyó la caracterización de los distintos tipos de secadoras que se emplean actualmente en el sector cafetero, evaluando sus principios de funcionamiento, ventajas comparativas y desventajas inherentes bajo condiciones climáticas específicas de la región. En la Tabla 1 se presenta una comparación de los principales métodos de secado del café, elaborada con base en información reportada en estudios técnicos y documentos institucionales [9], lo que permitió fundamentar el diseño conceptual y técnico propuesto, así como sustentar la elección de una marquesina mejorada orientada a pequeños y medianos productores.

Método	Ventajas	Desventajas
Marquesina	Protege de lluvias y contaminantes. Permite mayor control que el patio. Menor inversión que una secadora a gas.	Requiere mayor espacio. Depende de radiación solar. Tiempo de secado 7–15 días.
Patio solar	Bajo costo de implementación.	Altamente dependiente del clima.

	Aprovecha energía solar directa. Puede secar grandes volúmenes.	Riesgo de secado heterogéneo. Susceptible a hongos y fermentación.
Secadora a gas	Secado rápido y uniforme (24–48 h). Menor riesgo de hongos. Permite programar y controlar temperatura.	Alto costo de inversión y operación. Mayor consumo energético. Puede afectar el perfil sensorial del grano si no se controla bien.

Tabla 1. Comparación de métodos de secado del café.

Fuente: Elaboración propia, con datos obtenidos y adaptados de CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ-CENICAFÉ. [9]

A. Estudio de Campo y Recolección de Datos Meteorológicos.

Con el fin de validar y complementar la información teórica, se llevaron a cabo mediciones empíricas en condiciones reales de operación los días 8, 9 y 10 de enero de 2024. Dichas mediciones se realizaron en fincas del municipio de Bucarasica, reconocidas por su tradición cafetera en la región del Catatumbo, donde se encuentran diferentes tipos de marquesinas utilizadas en el proceso de beneficio del café. Además, la elección de este lugar obedeció tanto a la facilidad para llevar a cabo las pruebas como al acceso disponible a las instalaciones.

Respecto a el proceso de recolección de datos se llevó a cabo en cada marquesina, donde se monitoreó exclusivamente la temperatura interna y la temperatura ambiental externa. Dado que todas las marquesinas se encontraban en un mismo lugar, se trabajó únicamente con estas estructuras, lo que permitió asegurar condiciones homogéneas de comparación.

Además, para las mediciones se emplearon instrumentos debidamente calibrados, entre ellos termómetros de mercurio para registros horarios y estaciones meteorológicas con almacenamiento digital de datos. Las mediciones se realizaron bajo condiciones ambientales similares de radiación solar, temperatura y velocidad del viento, garantizando que las tres marquesinas evaluadas operaran en igualdad de condiciones durante el proceso de secado. Asimismo, se tomaron las dimensiones físicas de cada estructura, las cuales presentaban las mismas medidas generales: 6 metros de largo, 2,8 metros de ancho y una altura de 0,45 metros desde el suelo hasta la plataforma de secado, siendo la única diferencia registrada la altura desde la plataforma de secado hasta el punto más alto de la cubierta.

En la Tabla 2 presenta las alturas específicas de cada marquesina evaluada, mientras que en la Figura 3 se muestra el esquema de distribución de las estructuras analizadas durante las mediciones de campo. Esta disposición permitió analizar comparativamente el efecto de la altura de la cubierta sobre las pérdidas térmicas y la uniformidad del proceso de secado, manteniendo constantes las demás variables geométricas.

Caso Estudio	Altura de la cubierta(m)
Marquesina 1	1 m
Marquesina 2	0,93
Marquesina 3	1,16

Tabla 2. Comparación de la altura de la cubierta de la marquesina 1, marquesina 2 y marquesina 3.

Fuente: Elaboración propia.

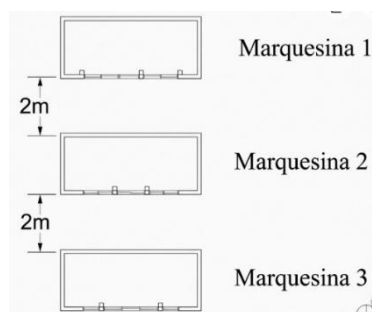


Figura 3. Distribución de las marquesinas de café.

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta las dimensiones de cada marquesina, la Figura 4 corresponde a los datos obtenidos en campo y muestra cómo, a menor altura de la cubierta, se logra una mayor retención de calor en el interior de la estructura, lo que favorece un secado más eficiente y homogéneo del café.

Estos datos permiten comparar el comportamiento térmico de cada sistema, evidenciando la influencia de las dimensiones físicas en la optimización del proceso de secado.

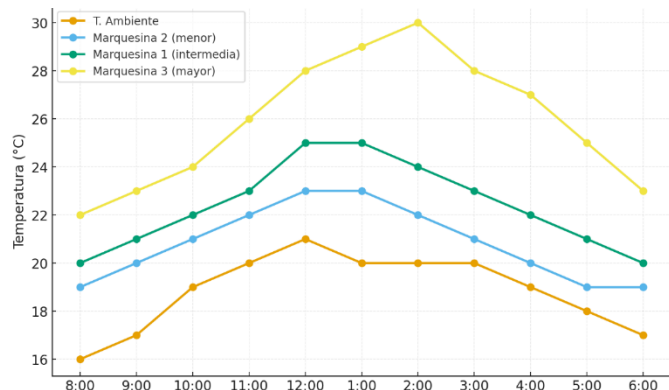


Figura 4. Comparación de las temperaturas de las marquesinas.

Fuente: Elaboración Propia.

B. Análisis de los Datos.

A partir de las mediciones realizadas en las marquesinas, se observó que aquellas con menor altura presentaron una mayor temperatura en su interior, lo cual evidencia que la geometría influye directamente en el comportamiento térmico de la estructura. Para analizar este fenómeno, se aplicó el modelo de

transmisión térmica a través de cubiertas utilizado en el análisis de invernaderos y estructuras agrícolas, basado en el coeficiente global de transferencia de calor y descrito en manuales de ingeniería térmica y climatización descrita por el autor Çengel y Ghajar (2015). En este estudio, el modelo fue adaptado para incorporar la relación geométrica entre el área de la cubierta y el área del suelo de la marquesina, con el fin de evaluar el efecto de la altura sobre las pérdidas térmicas. La expresión empleada se presenta en la Ecuación 1. [10]

$$Q_{cub} = \alpha_c \left(\frac{A_c}{A_s} \right) (T_a - T_e)$$

Donde,

Q_{cub} = Pérdida de calor a través de la cubierta (W)

α_c = Coeficiente de transferencia de calor de la cubierta ($W \cdot m^{-2} \cdot ^\circ C^{-1}$)

A_c = Área de la cubierta (m^2)

A_s = Área del suelo de la marquesina (m^2)

T_i = Temperatura interior ($^\circ C$)

T_e = Temperatura exterior ($^\circ C$)

En este caso, el material de la cubierta utilizado en las marquesinas fue polietileno (PE), para el cual se adoptó un coeficiente de transferencia de calor de $5 W \cdot m^{-2} \cdot ^\circ C^{-1}$ [11].

La selección de este coeficiente se realizó considerando que las marquesinas evaluadas operan sin sistemas de ventilación forzada y están expuestas a condiciones ambientales similares, por lo que dicho valor representa adecuadamente el comportamiento térmico del material en el contexto del estudio. Además, considerando que las demás dimensiones de las marquesinas eran equivalentes, la variación se concentró en la altura de la cubierta, la cual determinó diferencias en la relación A_c/A_s .

Para el análisis térmico se establecieron valores constantes de temperatura interior y exterior en los tres casos evaluados ($35^\circ C$ y $21^\circ C$, respectivamente), con el fin de aislar el efecto de la variación en la altura de la cubierta y evaluar de manera más precisa su influencia sobre el comportamiento térmico de la estructura. Bajo estas condiciones, fue posible analizar comparativamente las pérdidas de calor asociadas a cada configuración geométrica. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 3.

Caso Estudio	A_c/A_s	Q
Marquesina 1	1,404	98,25
Marquesina 2	1,579	110,5
Marquesina 3	1,308	91,58

Tabla 3. Análisis de temperaturas para las marquesinas 1, 2 y 3 en condiciones ideales.

Fuente: Elaboración propia.

Con base en estos resultados, se realizaron pruebas adicionales variando la altura de la cubierta y calculando nuevamente las pérdidas de calor, con el propósito de confirmar la tendencia observada: a menor altura de cubierta, menor pérdida de calor en la marquesina.

1	Q _{cub}	2	R _M [m]
	91,58		1
	90		0,9848
	89		0,9752
	88		0,9656
	87		0,956
	86		0,9463
	85		0,9366
	84		0,9269
	83		0,9171
	82		0,9074

Figura. 5. Relación entre la pérdida de calor de la cubierta y la altura de la cubierta.

Fuente: Elaboración propia, en el software EES.

De acuerdo con los resultados presentados en la figura 5, se observa que la variación en la altura de la cubierta influye directamente sobre el comportamiento térmico de la marquesina y, en consecuencia, sobre el parámetro RM, definido en este estudio como la relación geométrica asociada al radio de la cubierta en función de su altura. Las configuraciones con mayor altura presentan mayores pérdidas de calor(Q), lo que reduce la temperatura interna de la estructura y ralentiza la evaporación de la humedad contenida en el café pergamino.

Por el contrario, las configuraciones con menor altura favorecen una mayor retención térmica al interior del sistema, incrementando la velocidad de secado. En este sentido, la tendencia observada permitió establecer que una altura de 0,6 m desde la plataforma de secado hasta el punto más alto de la cubierta representa una condición adecuada para minimizar las pérdidas térmicas sin comprometer la operatividad de la estructura.

Aunque alturas menores podrían mejorar el desempeño térmico, estas dificultarían el acceso de los operarios durante las labores de remoción del grano en el proceso de secado.

C. Diseño Mecánico.

Con el fin de que el diseño de la marquesina presentara la menor área posible de cubierta y aprovechara de manera óptima la radiación solar disponible, se seleccionó una geometría parabólica para la cubierta. Con esta configuración se asegura una distribución más uniforme de las cargas estructurales y favorece la captación, acumulación y transmisión del calor al interior de la marquesina, incrementando la eficiencia del proceso de secado. [12]

A partir de los resultados obtenidos en el análisis térmico, se

decidió modificar únicamente la altura de la cubierta, mientras que las demás dimensiones (largo, ancho y altura de la plataforma) se mantuvieron iguales a las tradicionales, con el fin de no alterar la productividad ni las condiciones de trabajo de los caficultores.

Dimensión	Valor
Largo total	6 m
Ancho	2 m
Altura desde la plataforma al punto más alto	0,6 m
Altura de la plataforma de secado sobre el suelo	0,45m

Tabla 4. Dimensiones del prototipo propuesto de la marquesina.
Fuente: Elaboración propia, con datos adaptados de CENICAFÉ.

Para garantizar un movimiento eficiente del café sobre la superficie de secado, se diseñó un rastrillo mecánico cuyas dimensiones fueron definidas en función del ancho de la marquesina y de las condiciones de trabajo del operario.

El rastrillo presenta un largo total de 2 m, un espesor de marco de 0,03 m, dientes de 0,15 m de longitud y una separación entre dientes de 0,05 m, parámetros que se muestran en la Tabla 5. Estas dimensiones permiten cubrir prácticamente todo el ancho de la superficie de secado, facilitando el movimiento homogéneo del grano durante el proceso.

A diferencia de un rastrillo agrícola comercial convencional, el diseño propuesto incorpora dientes más cortos y con separación uniforme, lo que reduce el riesgo de fractura del grano de café pergamino y permite un volteo más controlado del producto. Además, el rastrillo fue concebido para desplazarse sobre rieles laterales mediante un eje con rodamientos, disminuyendo el esfuerzo físico requerido por el operario. Desde el punto de vista ergonómico, el diseño considera una altura de mango adecuada para la operación en posición de pie, una distribución equilibrada del peso del sistema y un movimiento guiado del rastrillo, lo que contribuye a reducir la fatiga del operario durante las labores repetitivas de remoción del café. En la tabla 5, se presentan las medidas definidas para el diseño del rastrillo.

Parámetro del Rastrillo	Valor(m)
Largo total	2
Espesor del marco	0,03
Separación entre dientes	0,05
Longitud de los dientes	0,15

Tabla 5. Dimensiones del rastrillo propuesto para la marquesina.
Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, se realizaron los cálculos de fuerzas y esfuerzos a los que estaría sometido el rastrillo, con el propósito de determinar los materiales más adecuados que garanticen resistencia estructural, durabilidad y facilidad de operación. Para este análisis se consideraron variables como la masa total del rastrillo (27,6 kg), el peso generado por la acción de la gravedad y la distribución de la carga sobre el eje principal

durante el desplazamiento del mecanismo sobre los rieles. A partir de estos parámetros se estimaron las cargas actuantes sobre el sistema, considerando las condiciones normales de operación del rastrillo durante el proceso de remoción del café.

Para garantizar un funcionamiento seguro del mecanismo, se adoptó un factor de servicio de 1,5, valor comúnmente utilizado en sistemas mecánicos sometidos a cargas moderadas y movimientos repetitivos. Este criterio permite incorporar un margen de seguridad frente a posibles variaciones en las condiciones reales de operación, tales como fricción adicional, irregularidades en la superficie de desplazamiento o incrementos ocasionales de carga durante el movimiento del café.

Con base en estos cálculos y criterios de diseño se definieron las propiedades del material, el diámetro del eje y la selección de los rodamientos que conforman el sistema, cuyas características finales se presentan en la Tabla 6.

Ítem	Características
Material del rastrillo	PVC rígido
Densidad del material	1380 kg/m ³
Masa	27,6 kg
Material de los rieles	Acero inoxidable AISI 304
Diámetro del eje del rastrillo	25 mm (selección comercial, calculado en 24 mm)
Factor de servicio	1,5
Resistencia a fluencia	470 MPa (Acero 1020 estirado en frío)
Rodamientos	61805

Tabla 6. Características del rastrillo propuesto para la marquesina.

Fuente: Elaboración propia.

La selección del material del eje se realiza considerando los esfuerzos obtenidos en el análisis estructural y las condiciones de operación del sistema. En particular, se optó por utilizar acero AISI 1020 estirado en frío, debido a que este material presenta una adecuada combinación entre resistencia mecánica, facilidad de mecanizado, disponibilidad comercial y costo relativamente bajo. Además, su límite de fluencia aproximado de 470 MPa proporciona un margen de seguridad suficiente frente a los esfuerzos generados durante la operación del rastrillo.

Los resultados obtenidos del análisis estructural se presentan en la Figura 6, donde se muestra el análisis estático del eje principal del rastrillo realizado mediante los softwares SolidWorks y MDSolids. En la gráfica se observa la distribución de esfuerzos generados en el eje como consecuencia de las cargas aplicadas durante la operación del sistema. El valor máximo de esfuerzo obtenido fue de 135,38 MPa, valor considerablemente inferior al límite de fluencia del material seleccionado. Esta diferencia confirma que el eje puede soportar las condiciones de trabajo sin presentar

deformaciones permanentes, manteniendo un margen adecuado de seguridad estructural.

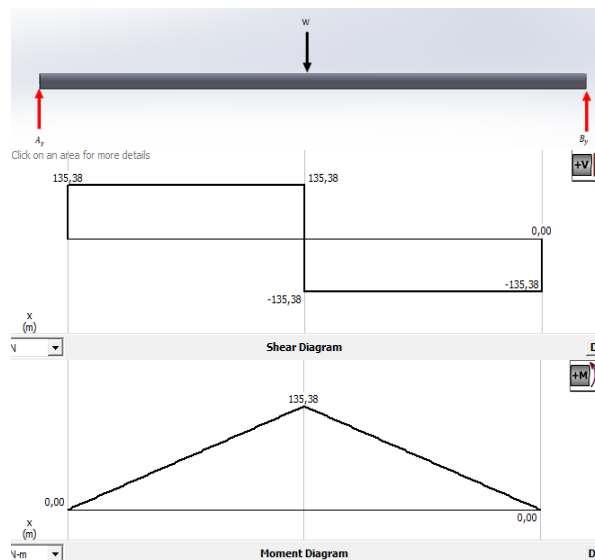


Figura 6. Análisis estático del eje principal del rastrillo.

Fuente: Elaboración propia, en el software SolidWorks y MDSolids.

De acuerdo con estos resultados, se determinó la selección de un eje con diámetro comercial de 25 mm, valor cercano al diámetro mínimo calculado de 24 mm, lo que facilita su disponibilidad comercial y garantiza un desempeño estructural adecuado durante la operación del sistema.

Adicionalmente, el rastrillo se encuentra apoyado sobre una estructura de rieles laterales fabricados en acero inoxidable AISI 304, los cuales permiten el desplazamiento del mecanismo mediante rodamientos. Este sistema de apoyo facilita un movimiento más suave y uniforme del rastrillo a lo largo de la superficie de secado, reduciendo el esfuerzo requerido por el operario y permitiendo una distribución homogénea del café durante el proceso de remoción. El diseño general del sistema mecánico integrado a la marquesina se presenta en la Figura 7, donde se ilustra la disposición del rastrillo, los rieles de desplazamiento y la estructura de soporte que conforma el mecanismo propuesto.

D. Modelación Computacional en SolidWorks.

Una vez definidas las características físicas, geométricas y mecánicas del sistema, se realiza la modelación tridimensional mediante el software CAD SolidWorks. En esta etapa se toman como referencia los parámetros obtenidos en los análisis previos, particularmente las dimensiones estructurales de la marquesina, las especificaciones geométricas del rastrillo y las propiedades mecánicas de los componentes del sistema.

Partiendo con esta información se desarrolla un modelo digital que integra la estructura principal de la marquesina, la cubierta, las entradas de ventilación y el mecanismo de desplazamiento del rastrillo sobre rieles laterales. En este

contexto, la geometría de la cubierta se define considerando la altura óptima determinada en el análisis térmico, lo cual favorece la retención de calor dentro de la estructura y contribuye a mejorar las condiciones de secado del café.

El mecanismo del rastrillo se incorpora al conjunto teniendo en cuenta las dimensiones y los materiales previamente seleccionados, así como el eje y los rodamientos que permiten su desplazamiento a lo largo de los rieles. En consecuencia, la modelación tridimensional permite integrar todos los componentes en un único ensamblaje, lo que facilita la visualización del funcionamiento del sistema y la verificación de la correcta disposición de los elementos estructurales y mecánicos.

Finalmente, el diseño del sistema se presenta en la Figura 7, donde se observa la configuración general de la marquesina y la ubicación del rastrillo dentro del sistema de secado.

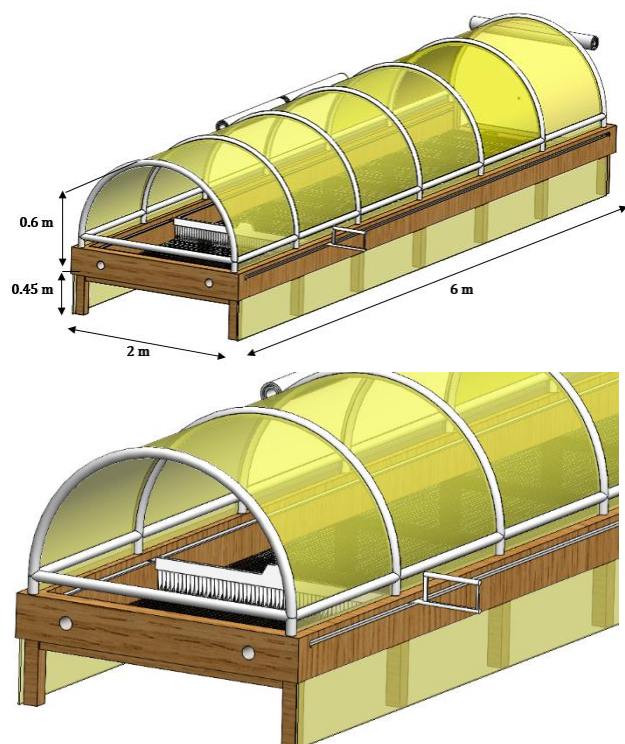


Figura 7. Diseño del prototipo de la marquesina en SolidWorks, Fuente: Elaboración propia, en el software SolidWorks.

III. RESULTADOS Y DISCUSIONES

En primer lugar, se identifica que la altura de la cubierta influye directamente en la temperatura interna de la estructura, ya que una menor altura favorece una mayor retención de calor y, en consecuencia, puede contribuir a acelerar el proceso de secado. A partir del análisis de las condiciones de operación del sistema, se establece una altura de 0,6 m como una dimensión adecuada para el diseño de la marquesina, debido a que permite

reducir las pérdidas térmicas y mantener condiciones apropiadas para el proceso de secado.

De igual manera, se propone una geometría paraboloidal para la cubierta, con el propósito de mejorar el aprovechamiento de la radiación solar y favorecer una distribución más uniforme de la energía térmica dentro de la estructura. Esta configuración busca optimizar el comportamiento térmico del sistema en comparación con configuraciones convencionales de cubierta plana.

En cuanto al diseño del rastrillo mecánico, el análisis estructural presentado en el documento permite verificar que el sistema soporta las cargas consideradas en el diseño, garantizando condiciones adecuadas de resistencia y durabilidad de los componentes. De esta forma, el mecanismo propuesto facilita el movimiento del grano durante el proceso de secado, lo que contribuye a mantener condiciones apropiadas para la calidad final del café.

IV. CONCLUSIONES

El estudio permitió profundizar en la comprensión del comportamiento térmico de las marquesinas utilizadas para el secado del café y en la forma en que su configuración geométrica incide en la eficiencia del proceso. El análisis comparativo reflejado en la tabla 3 orientó la identificación de parámetros estructurales que favorecen un mejor aprovechamiento de la radiación solar y una distribución más uniforme del calor en el interior de la cámara de secado.

La propuesta de diseño integra criterios estructurales y funcionales que permiten un desempeño equilibrado entre eficiencia térmica, resistencia y facilidad de operación. Esta articulación entre aspectos técnicos y constructivos aporta una mirada más completa sobre la aplicación de tecnologías solares en procesos agroindustriales, contribuyendo a optimizar los recursos disponibles y a fortalecer la calidad del producto final.

En conjunto, el proyecto reafirma la posibilidad de desarrollar soluciones técnicas sencillas y adaptables que respondan a las condiciones particulares de las comunidades cafeteras, potenciando su capacidad productiva y promoviendo prácticas más sostenibles dentro del sector.

V. RECOMENDACIONES

A partir de los resultados obtenidos y del proceso de diseño desarrollado, se considera pertinente continuar con la validación experimental del modelo propuesto bajo condiciones reales de operación, con el fin de contrastar el comportamiento térmico y estructural observado en la simulación.

Sería valioso explorar la incorporación de materiales con mejor desempeño térmico o propiedades ópticas que favorezcan la captación y conservación de calor, así como evaluar configuraciones que faciliten el mantenimiento y la manipulación del grano durante el secado.

De igual manera, se sugiere analizar la posibilidad de integrar sistemas sencillos de monitoreo y control ambiental que permitan registrar variables de temperatura y humedad, aportando información útil para optimizar la operación de futuras versiones de la marquesina.

Finalmente, conviene ampliar el estudio hacia otras regiones productoras de café, de modo que se puedan identificar adaptaciones constructivas y climáticas que consoliden este tipo de estructuras como una alternativa técnica viable para diferentes contextos rurales.

REFERENCIAS

[1] D. Sifontes, "Se mantiene estable la producción de café en Norte de Santander," La Opinión, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.laopinion.com.co/economia/se-mantiene-estable-la-produccion-de-cafe-en-norte-de-santander>.

[2] Blog CAFÉSABORA, "Proceso del café: cómo se procesa el café que llega a tu taza," 2025. [En línea]. Disponible en: <https://cafesabora.com/es/proceso-del-caf%C3%A9-c%C3%B3mo-se-procesa-el-caf%C3%A9-que-llega-tu-taza>. [Consultado: 8-sep-2025].

[3] N. Castellano, "Guía para el secado de café," Perfect Daily Grind Español, 30-nov-2020. [En línea]. Disponible en: <https://perfectdailygrind.com/es/2020/11/30/guia-para-el-secado-de-cafe/>.

[4] E. Duque-Dussán y J. R. Sanz-Urbe, "Secador mixto: Integración de secado solar y mecánico para producción sostenible de café," Avances Técnicos Cenicafé, no. 572, Centro Nacional de Investigaciones de Café, Chinchiná, Colombia, 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.cenicafe.org/es/publications/AT_NUEVO_SECADOR_MIXTO_572.pdf.

[5] E. Figueroa Hernández, F. Pérez Soto y L. Godínez Montoya, La producción y el consumo del café. Ecatepec de Morelos, México: Ramos Escamilla, María de Jesús, 2015. [En línea]. Disponible en: https://www.ecorfan.org/spain/libros/LIBRO_CAFE.pdf.

[6] Q. Moseley, O. Colindres, C. Caballero, A. Serrano, J. Gallardo, I. Moreno y J. Serracín, "Procesos de secado del café y su impacto en la industria," RIDTEC, vol. 20, no. 2, pp. 65-80, jul.-dic. 2024. [En línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/383573362_Procesos_de_secado_del_cafe_y_su_impacto_en_la_industria.

[7] J. P. Cárdenas Díaz y J. D. Pardo Pinzón, "Caracterización de las etapas de fermentación y secado del café La Primavera," tesis de pregrado, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Bogotá, Colombia, 2014. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/159>.

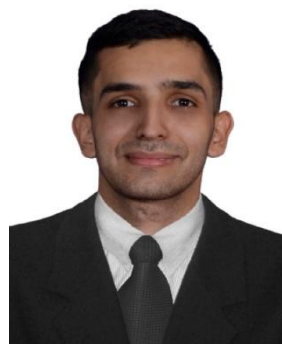
[8] A. E. Peñuela-Martínez, M. V. Restrepo-Rivera y C. A. Tibaduiza, "Secado solar de café usando diferentes tipos de cubiertas plásticas," Revista Cenicafé, vol. 73, no. 2, e73206, 2022, doi: 10.38141/10778/73206.

[9] Centro Nacional de Investigaciones de Café - Cenicafé, Secado del café, Cartilla Técnica no. 21. Chinchiná, Colombia: Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2007. [En línea]. Disponible en: https://www.cenicafe.org/es/publications/cartilla_21._Secado_d_el_cafe.pdf.

[10] Y. A. Çengel y A. J. Ghajar, Heat and Mass Transfer: Fundamentals and Applications, 5th ed. New York, NY, USA: McGraw-Hill Education, 2015.

[11] R. Salazar-Moreno, I. L. López-Cruz y A. C. Sánchez-Cruz, "Modelo dinámico de balance de energía en un invernadero con cultivo de tomate: simulación, calibración y evaluación," Revista Chapingo Serie Horticultura, vol. 25, no. 1, pp. 45-58, 2019, doi: 10.5154/r.rchsh.2018.07.014.

[12] J. Varghese, S. Rupesh, J. Augustine, A. Nair y Prajith, "Design and analysis of a solar drier with a parabolic shaped dish type collector for drying peanut," IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, vol. 1132, no. 1, art. 012046, 2021, doi: 10.1088/1757-899X/1132/1/012046.



Sargen Yohan Lozano Arias. Ingeniero mecánico egresado de la Universidad Francisco de Paula Santander Seccional Ocaña. Es especialista en Docencia y Pedagogía, formación que fortalece su perfil académico y respalda su interés en contribuir a la formación de futuros profesionales en ingeniería. Cuenta con más de un año y medio de experiencia en el sector industrial, con desempeño en áreas de mantenimiento y diseño mecánico. Se desempeñó como líder de mantenimiento en la empresa Soluciones Ambientales 4R, donde participó en la optimización de procesos y en la gestión de equipos industriales. Además, posee certificación CSWA en SolidWorks, lo que le ha permitido desarrollar competencias en modelado tridimensional y simulación de componentes mecánicos.

IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA UN PARQUE AUTOMOTOR DEL SECTOR INDUSTRIAL EN LA CIUDAD DE BARRANCABERMEJA

Implementation of a preventive maintenance program for an industrial sector vehicle fleet in the city of Barrancabermeja

Yesica Bautista Tafur¹
yesica.bautista@unipaz.edu.co

Ivonn Johanna Cobos Macías¹
Ivon18_@hotmail.com

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

Recibido: agosto 01 de 2025 – Aceptado: mayo 29 de 2026

Resumen

Este artículo tiene como propósito optimizar el programa de mantenimiento preventivo del parque automotor de una empresa del sector industrial, con el fin de reducir fallas mecánicas, costos operativos y tiempos de inactividad. La investigación se desarrolló con un enfoque aplicado, de tipo exploratorio y bajo métodos mixtos, combinando análisis documental, diagnóstico técnico, encuestas al personal operativo y observación directa en campo. Estas técnicas permitieron identificar fallas críticas en los sistemas mecánicos, eléctricos y estructurales de los vehículos, así como debilidades en la gestión de mantenimiento. Con base en los hallazgos, se diseñó e implementó un plan de mantenimiento preventivo sustentado en rutinas estándar, registros técnicos y una guía de seguridad operacional. Los resultados evidenciaron un aumento significativo en las acciones preventivas frente a las correctivas, mayor disponibilidad vehicular y uso eficiente de recursos, demostrando que la planificación estructurada del mantenimiento contribuye a mejorar la confiabilidad y sostenibilidad de la flota..

Palabras clave: *mantenimiento (preventivo, correctivo), vehículos livianos, vida útil, reducción de costos, prevenir fallas, seguridad, lubricación*

Abstract

This article aims to optimize the preventive maintenance program for the vehicle fleet of r industrial sector, in order to reduce mechanical failures, operating costs, and downtime. The research was conducted using an applied, exploratory approach and mixed methods, combining document analysis, technical diagnosis, surveys of operational personnel, and direct field observation. These techniques allowed for the identification of critical failures in the mechanical, electrical, and structural systems of the vehicles, as well as weaknesses in maintenance management. Based on the findings, a preventive maintenance plan was designed and implemented, supported by standard routines, technical records, and an operational safety guide. The results showed a significant increase in preventive actions compared to corrective actions, greater vehicle availability, and more efficient use of resources, demonstrating that structured maintenance planning contributes to improving the reliability and sustainability of the fleet.

Keywords: *maintenance (preventive, corrective), light vehicles, service life, cost reduction, preventing failures, safety, lubrication.*

I. INTRODUCCIÓN

Durante décadas, el hombre ha ido mejorado sus procesos por medio de herramientas que permiten optimizar las actividades que se realizan dentro de una organización.

La estandarización de los procesos ha permitido a muchas organizaciones competir con el mercado globalizado permitiendo ventajas comerciales que le ayudan a la ampliación de mercados; con ello ante dicha globalización, las empresas tienen la oportunidad de demostrar con transparencia que en sus locaciones y fuera de ellas sus actividades productivas y/o de servicios se realizan conforme a las normas nacionales e internacionales y que como prueba de ello, existen registros de dichos procedimientos, ajustados a la norma, permitiendo incrementar la disponibilidad de equipos y el crecimiento patrimonial ya que se optimizan recursos.

Mantenimiento es una disciplina de mucho valor ya que requiere del compromiso de la empresa en el desarrollo de actividades que deben hacerse de manera constante; diseñar un programa de mantenimiento es solo el comienzo, aunque lo realmente necesario e importante es la ejecución del mismo, esperando resultados satisfactorios, algunos de ellos inmediatos y otros a mediano y largo plazo.

En éste trabajo, los tipos de mantenimiento del parque automotor por una empresa del sector industrial Ltda., en especial, el mantenimiento preventivo, permitió optimizar los procesos a través de la planeación del procedimiento en cuestión; desde el inicio se interpretó como la dinámica que permitiría establecer un importante nivel para los recursos de la empresa, ya que de ello dependía la optimización de los recursos manteniendo disponibilidad de equipos a todos los momentos evitando consigo la par de actividades de toda la organización.

Actualmente, la empresa está realizando sus mantenimientos preventivos de manera más organizada, teniendo entre sus índices, más actividades preventivas que correctivas, optimizando los costos en repuestos y disponibilidad de los vehículos para realizar otras labores misionales, brindando una mayor confiabilidad a sus clientes lo que representa un crecimiento en sus ingresos y un impacto positivo externo que beneficia la imagen de la empresa con potenciales clientes de la región.

Este trabajo cumplió con los objetivos planteados, dando inicio con el trazo de la planeación, que provino del diagnóstico general realizado, donde fue posible identificar la información requerida del parque automotor por una empresa del sector industrial. y del estado de los sistemas que conforma cada vehículo; esto condujo al argumento y conformación de un procedimiento orientado a través de una guía que permitió la implementación gradual del mantenimiento preventivo. Cada inconsistencia, será posible solucionar mediante la evaluación y control de aquellos riesgos asociados al mantenimiento preventivo. Como

divulgación final se planteó realizar, el análisis costo-

beneficio, emanado del seguimiento hecho a la implementación del programa de mantenimiento preventivo realizado por una empresa del sector industrial.

Esta fue una labor en conjunto entre el personal administrativo y operativo de la empresa con el grupo investigador de UNIPAZ, con momentos que implicaron la toma crítica de decisión y un arduo trabajo, siendo este gratificante, ya que se consiguieron resultados importantes por una empresa del sector industrial y este grupo de trabajo.

I. DESARROLLO DEL ARTÍCULO

A. *Diagnóstico inicial del parque automotor por una empresa del sector industrial.*

En el ámbito laboral, especialmente en los sectores administrativo y productivo, la implementación de cambios suele enfrentar resistencia. Las personas tienden a aferrarse a sus conocimientos y rutinas establecidas, dificultando la adopción de nuevas prácticas, incluso si estas podrían mejorar la eficiencia. Como señaló Lesca (1992), las modificaciones en las rutinas de trabajo pueden generar un "shock" tanto en empleados como en administradores y propietarios, lo que hace imprescindible una adecuada sensibilización para promover el cambio organizacional.

Bajo esta perspectiva, el presente proyecto tuvo como objetivo la optimización del programa de mantenimiento de una empresa del sector industrial., el cual se encontraba inoperante. Para ello, se inició un proceso de integración con el equipo de trabajo, aplicando estrategias de comunicación, empatía y observación directa, lo que permitió al grupo investigador acceder a la información necesaria y proponer mejoras efectivas.

La recolección de los datos del parque automotor se realizó mediante un enfoque mixto, empleando las técnicas:

- Inspecciones técnicas directas a cada vehículo.
- Revisión documental de registros administrativos y fichas técnicas.
- Encuestas y entrevistas al personal operativo y conductores.
- Observación en campo en las operaciones de transporte.

Estas herramientas permitieron identificar de manera precisa las condiciones reales de operación y el estado de los sistemas vehiculares.

Tipo de Vehículo	Año/ Modelo	Estado Mecánico	Estado Eléctrico	Estado Carrocería	Estado Lubricación
Camionetas 4x4 diésel	2012–2016	Regular (desgaste en motor, cadena, válvulas)	Regular (accesorios no originales)	Regular–Deteriorado (golpes, puertas)	Deficiente (cambios fuera de límite)
Pick-up gasolina	2010–2014	Regular	Bueno	Regular	Regular
Vehículos livianos admin.	2009–2015	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
Vehículos alquilados Oil & Gas	N/A	Deficiente (suspensión afectada)	Regular	Deteriorado	Deficiente

Tabla 1. Síntesis del diagnóstico inicial del parque automotor.

Este diagnóstico evidenció fallas críticas, especialmente en el sistema mecánico, donde se identificó el desgaste de componentes esenciales como válvulas, cadenas de distribución y partes del motor. Dichas fallas, no intervenidas oportunamente, estaban generando mantenimientos correctivos costosos, particularmente en vehículos con motores diésel; por ejemplo, el reemplazo de una bomba de inyección podía superar los cinco millones de pesos. Asimismo, se detectaron afectaciones asociadas al uso inadecuado de vehículos en zonas operativas del sector Oil & Gas, generando deterioro acelerado en suspensión y estructura de carrocería. Igualmente, la instalación de accesorios eléctricos no originales conectados directamente al sistema ECM evidenció prácticas que comprometían la seguridad operativa y la vida útil de los activos.

Además, se aplicaron encuestas al personal encargado del uso y gestión de los vehículos, con el fin de evaluar la percepción sobre el cuidado de la flota y la necesidad de implementar un programa de mantenimiento preventivo. La población correspondió a los 15 colaboradores operativos vinculados al manejo vehicular de la empresa, aplicándose la encuesta a una muestra de 12 de ellos (80%), seleccionados por disponibilidad y relación directa con la operación de la flota. Paralelamente, se realizó observación directa estructurada y revisión documental de los registros administrativos de mantenimiento, lo que permitió contrastar la información reportada por los usuarios con el estado físico de los vehículos.

Los resultados evidenciaron que el 75% de los encuestados desconocía las recomendaciones de mantenimiento según kilometraje, y que gran parte de la flota superaba los 150.000 kilómetros sin haber realizado intervenciones preventivas críticas (como el cambio de cadena de distribución) lo que representaba un incumplimiento frente a las especificaciones del fabricante y un riesgo significativo de fallas graves en los motores.

La observación directa permitió identificar un uso inadecuado de los vehículos alquilados destinados a

actividades en el sector Oil & Gas, situación que aceleraba el deterioro de componentes como bujes, esféricas de suspensión y elementos estructurales de la carrocería. Se documentaron daños que afectaban la seguridad operativa, tales como puertas desajustadas y fallas en la alineación vehicular, afectando la estabilidad y el confort en la conducción. Estos hallazgos fueron determinantes para priorizar acciones correctivas y definir criterios de uso, inspección y control como parte del programa de mantenimiento preventivo diseñado.

Por otro lado, se encontraron problemas en el sistema eléctrico, generados por la instalación inadecuada de accesorios no originales, como exploradoras conectadas directamente al arnés de la unidad de control del motor (ECM). Este tipo de intervención representa un riesgo significativo, dado que podría afectar componentes electrónicos de alto costo. También se reportaron daños causados por la presencia de roedores en las zonas de parqueo, lo cual refleja una necesidad urgente de establecer un mantenimiento preventivo integral que incluya tanto aspectos mecánicos como ambientales y de seguridad.

B. Variables críticas del proceso de mantenimiento de los equipos para el diseño del programa apoyado en manuales de fábrica.

En este capítulo se identifican y detallan las variables críticas fundamentales para el diseño e implementación de programas de mantenimiento mecánico preventivo, esenciales para garantizar el correcto funcionamiento del parque automotor de una empresa del sector industrial.

Las siguientes variables fueron seleccionadas como prioritarias debido a su impacto en la operación y costos de mantenimiento:

- Lubricación de partes móviles (aceite y grasa)
- Revisión de niveles de aceite y sistema de enfriamiento
- Filtros de aceite y combustible
- Sistema de frenos
- Indicadores y medidores del tablero de control
- Juego de válvulas del motor
- Correas de accesorios
- Motor, sistema de tracción y de transmisión
- Sistemas de rodamientos

Estas variables representan puntos clave del mantenimiento preventivo, ya que su descuido puede generar altos costos de reparación correctiva y tiempos prolongados de inactividad de los vehículos, afectando negativamente los intereses económicos de la empresa.

Rutinas de mantenimiento preventivo: se establecen rutinas de mantenimiento con base en los intervalos de uso de los automotores, bajo la premisa de reducir costos a largo plazo y evitar la salida prolongada de vehículos del servicio.

Frecuencia de mantenimiento:

- **Diaría:** Inspección de niveles (aceite, refrigerante), estado de bandas, turbocargador, batería, revisión del sistema de combustible y de aire.

- **Cada 10.000 km:** Cambio de aceite y filtros, inspección de sistema eléctrico, refrigeración y combustible
- **Cada 20.000 km:** Revisión de presión del cárter y aceite, cambio de filtros primarios y secundarios de combustible, inspección más profunda del sistema eléctrico
- **Cada 30.000 km:** Mantenimiento similar a los anteriores con mayor énfasis en diagnóstico preventivo
- **Cada 40.000 km:** Inspección exhaustiva de motor y transmisión, revisión del alternador, motor de arranque, turbocargador, compresor de aire y sistema de escape

Estas rutinas se ajustan a las recomendaciones del fabricante, y se documentan de forma independiente en memorias anexas entregadas a la empresa.

Sistema de Gestión de Calidad y documentación: Se evidenció la falta de documentación clave relacionada con funciones, procedimientos y guías de mantenimiento, así como la ausencia de una adecuada sensibilización frente al Sistema de Gestión de Calidad (SGC). Esta deficiencia limitaba el conocimiento del personal sobre el alcance y los beneficios del SGC en la mejora continua de los procesos.

Con el cumplimiento del segundo objetivo, se elaboró un **procedimiento oficial para el mantenimiento preventivo** de la flota de vehículos. Este documento constituye una herramienta práctica que orienta el paso a paso del proceso, promoviendo la cultura de la prevención frente a la corrección.

Este aporte busca asegurar que los vehículos se mantengan en óptimas condiciones, cumpliendo los requisitos exigidos en los contratos de servicio de la empresa.

C. Rutinas de mantenimiento de los vehículos según la información recopilada

Para el desarrollo de este objetivo, se integraron los hallazgos del diagnóstico inicial del parque automotor con las variables críticas previamente identificadas (Sección B) y las recomendaciones técnicas establecidas por los fabricantes de los vehículos. Este proceso permitió estructurar un programa de mantenimiento preventivo alineado a las necesidades operativas de la empresa y a las especificaciones técnicas del fabricante, asegurando una gestión eficiente y sostenible de los activos vehiculares.

Como apoyo a la comprensión de los factores evaluados, se presenta la siguiente tabla que resume las variables críticas, su impacto y su relevancia en la operación. Esta síntesis facilita la visualización de los elementos claves que orientaron la definición de las rutinas y frecuencias de mantenimiento.

Variables	Descripción técnica	Impacto de operación
Lubricación de partes móviles	Aceite y grasa en componentes de fricción y rotación	Reduce desgaste y temperatura, mejora rendimiento
Revisión de niveles (aceite, refrigerante)	Control de fluidos esenciales	Garantiza funcionamiento seguro y continuo
Filtros de aceite y combustible	Filtrado de impurezas	Mantiene eficiencia y condiciones óptimas
Sistema de frenos	Estado de pastillas, discos, fluido y líneas	Seguridad operacional y control vehicular
Indicadores y tablero de control	Monitoreo de parámetros del motor	Prevención temprana de fallas
Juego de válvulas del motor	Ajuste térmico y funcional del motor	Asegura eficiencia y estabilidad del motor
Correas de accesorios	Sistemas auxiliares (alternador, bomba agua)	Mantiene sistemas energéticos y refrigeración
Motor, tracción y transmisión	Componentes principales de operación	Movimiento y fuerza del vehículo
Sistemas de rodamientos	Soporte y movilidad de ejes y ruedas	Estabilidad y eficiencia motriz

Tabla 2. Variables críticas del mantenimiento preventivo.

Estas variables sirvieron como fundamento para la definición de las rutinas de inspección diaria, mantenimiento por kilometraje y verificaciones periódicas, garantizando la intervención oportuna de sistemas críticos y reduciendo la probabilidad de fallas correctivas de alto costo. Las rutinas detalladas se presentan a continuación conforme a los intervalos de operación establecidos.

A su vez, se tuvo en cuenta la experiencia de los conductores de la empresa, quienes, a través de su conocimiento empírico sobre el desempeño de los automotores, aportaron significativamente a la definición de frecuencias de mantenimiento más ajustadas a las condiciones reales de operación, las cuales suelen diferir de las estipuladas por el fabricante.

El plan de mantenimiento preventivo diseñado se fundamenta en las recomendaciones técnicas de los fabricantes de los vehículos y equipos, así como en los parámetros operativos identificados durante el diagnóstico del parque automotor. En este sentido, la frecuencia de intervención se estableció principalmente en función del kilometraje recorrido, dado que este indicador se alcanza antes que los intervalos de tiempo sugeridos, garantizando así el cumplimiento oportuno de las actividades críticas y la preservación del rendimiento mecánico. Este enfoque asegura que las rutinas implementadas respondan tanto a estándares técnicos certificados como a las condiciones reales de operación de la empresa.

A partir de dicho procedimiento, se establecieron las frecuencias de cambio de los elementos críticos de los sistemas que conforman el parque automotor. Estas frecuencias, detalladas en el Anexo E, son fundamentales para

garantizar la operatividad continua de los vehículos y la reducción de fallas mecánicas imprevistas.

De manera complementaria, se desarrolló una evaluación de seguridad que permitiera identificar y valorar los peligros y riesgos inherentes a la ejecución del plan de mantenimiento. Para ello, se diseñó una matriz de peligros que contiene los factores de riesgo asociados a las actividades del taller de mantenimiento.

Del análisis de seguridad se concluyó lo siguiente:

Es necesario reforzar el seguimiento en materia de seguridad y salud en el trabajo en las actividades desarrolladas dentro del taller de mantenimiento.

El Programa de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) de una empresa del sector industrial, debe fortalecerse mediante la implementación de mejoras y actividades complementarias, incluyendo acciones propias de la medicina preventiva y del trabajo para la detección oportuna de posibles enfermedades laborales.

Se recomienda garantizar la capacitación periódica del personal en temas clave como primeros auxilios, identificación de peligros, peligros de vecindad y normas básicas de seguridad industrial, con el objetivo de reducir los costos derivados de incidentes, proteger la salud del talento humano y mejorar la relación costo-beneficio de la empresa.

Las recomendaciones emitidas por la ARL deben ser adoptadas y aplicadas rigurosamente. Estas incluyen el uso adecuado de elementos de protección personal (EPP), la dotación de vehículos con equipos de seguridad y contraincendios, y la implementación de señalización adecuada ante situaciones de emergencia en carretera.

Finalmente, en cumplimiento de este objetivo, se elaboró una Guía para la seguridad en la conducción de vehículos, orientada a fortalecer las prácticas seguras tanto en la operación de los automotores como en las labores de mantenimiento. Esta guía, incluida en el Anexo G, se convierte en una herramienta clave para fomentar una cultura organizacional basada en la seguridad, la eficiencia y el cuidado del recurso humano.

Cabe resaltar que, según estimaciones, una adecuada implementación de medidas de seguridad industrial en los procesos de mantenimiento puede contribuir a la reducción de hasta un 30% de los costos anuales de mantenimiento, lo cual representa un impacto significativo en la sostenibilidad financiera de la empresa (Sanabria y Hernández, 2011).

D. Validación de la implementación del programa con estrategias que permitan el compromiso.

El entorno industrial está caracterizado por un nivel creciente de exigencia en cuanto a eficiencia, cumplimiento y confiabilidad. Sin embargo, una constante que afecta la dinámica operativa de muchas empresas es la desconfianza generada por la posibilidad de fallas técnicas inesperadas en los equipos. Esta incertidumbre, si no es abordada con herramientas adecuadas de ingeniería, puede derivar en consecuencias financieras adversas. En este contexto, el ingeniero tiene la responsabilidad de prever y analizar las condiciones de funcionamiento de los activos, aplicando su perspicacia y

conocimientos técnicos para prevenir fallos costosos.

En este capítulo se estableció como objetivo central la divulgación de la relación costos-beneficios derivada del análisis de esta implementación. Esta tarea se llevó a cabo a través del estudio de los costos asociados a la ejecución del plan y los beneficios tangibles en la operación de los vehículos que componen el parque automotor.

Metodología análisis costo-beneficio: se implementaron metodologías avaladas científicamente que permiten evaluar con precisión los costos de implementación y los beneficios obtenidos en términos de reducción de fallos, mejora de la eficiencia operativa, disminución de correctivos costosos y extensión de la vida útil de los activos. Estas metodologías fueron sustentadas con datos contables precisos, permitiendo una evaluación rigurosa.

El análisis se fundamentó en la clasificación de los costos en tres grandes categorías:

- **Costos fijos**, como alquileres, amortizaciones, salarios del personal administrativo y otros gastos que no varían con la operación directa.
- **Costos variables**, que aumentan o disminuyen de acuerdo con el nivel de actividad, tales como lubricantes, insumos y mano de obra directa.
- **Costos financieros**, los necesarios para mantener operativos los activos, incluyendo amortización de préstamos, seguros y gastos por depreciación programada.

Estos costos fueron contabilizados mediante tablas detalladas, y permitieron construir una base sólida para el análisis financiero.

Resultados del análisis financiero: Los costos totales de implementación del plan de mantenimiento preventivo alcanzaron la suma de **\$12.312.351 COP**, incluyendo rubros variables, fijos, herramientas, seguridad industrial y logística de almacén. Esta inversión inicial fue evaluada frente a los beneficios proyectados a mediano y largo plazo. Entre los principales beneficios observados destacan:

- Reducción significativa de averías mecánicas inesperadas.
- Disminución de tiempos muertos y paradas operativas.
- Mayor confiabilidad del parque automotor ante los clientes del sector industrial.
- Mejor cumplimiento de los contratos de transporte y servicio.
- Minimización de accidentes laborales relacionados con fallos vehiculares.

De manera adicional, el plan permitió identificar con mayor precisión los puntos críticos en el funcionamiento de los vehículos, facilitando una programación efectiva de mantenimientos y evitando reparaciones correctivas que representaban altos costos imprevistos.



Fuente: Autoras del Proyecto

Fig. 1. Comparativo del antes y después de la implementación del programa de mantenimiento.

En el proceso de implementación del programa de mantenimiento preventivo (como se aprecia en la figura anterior) se incluyó un componente de seguridad industrial basado en la metodología 5S con el propósito de optimizar la organización del área operativa y asegurar condiciones adecuadas para el almacenamiento y uso de herramientas y repuestos. La metodología se aplicó en las zonas de parqueadero, taller básico, área de almacenamiento y punto de inspección vehicular. El proceso se desarrolló siguiendo cada una de las fases del modelo 5S:

- Clasificar (Seiri): Se realizó la identificación y separación de herramientas, equipos y materiales útiles, eliminando elementos obsoletos o en mal estado.
- Ordenar (Seiton): Se establecieron ubicaciones definidas para herramientas y consumibles, implementando señalización visual y organizadores para facilitar el acceso y minimizar tiempos de búsqueda.
- Limpiar (Seiso): Se ejecutaron jornadas de limpieza y mantenimiento básico del espacio de trabajo, asegurando la remoción de residuos, derrames de lubricantes y acumulación de polvo o partículas.
- Estandarizar (Seiketsu): Se diseñaron rutinas básicas de orden y limpieza, acompañadas de formatos visibles que definen responsables y frecuencia de ejecución.
- Disciplina (Shitsuke): Se realizó una campaña interna de sensibilización con el equipo operativo para fomentar el hábito de mantener los espacios ordenados y supervisar el cumplimiento continuo de los estándares establecidos.

Como resultado, se logró una mejor disposición de herramientas y repuestos, mayor fluidez en la ejecución de las actividades de mantenimiento y una reducción en los tiempos de respuesta para la localización de insumos críticos.

Adicionalmente, se fortalecieron las condiciones de seguridad industrial al eliminar riesgos asociados con desorden, obstrucciones y derrames, contribuyendo a una operación más eficiente y segura.

La divulgación de esta relación costo-beneficio permitió posicionar el mantenimiento preventivo no como un gasto, sino como una inversión estratégica que incrementa la rentabilidad y sostenibilidad operativa de la empresa. Esta comprensión fue clave para sensibilizar al equipo directivo sobre la necesidad de mantener actualizados los registros de mantenimiento y de contar con recursos técnicos y humanos adecuados.

Además, los resultados sirvieron como insumo para futuras contrataciones y negociaciones con empresas del sector productivo e industrial, que demandan un servicio de transporte confiable y continuo. La implementación y análisis de este plan fortaleció la imagen institucional de la empresa, destacando su compromiso con la calidad del servicio, la seguridad y la gestión proactiva de sus activos.

II. CONCLUSIONES

En la optimización del plan de mantenimiento preventivo del parque automotor de una empresa del sector industrial, se evidenciaron inicialmente varios tipos de necesidades, las más importantes estaban relacionadas con la gestión del mantenimiento; aspectos básicos como las instalaciones del taller de mantenimiento, las condiciones de los vehículos destinados al servicio de transporte de personal en desempeño y al servicio de empresas del sector industrial, las herramientas para ejecutar el mantenimiento, la capacitación de la mano de obra encargada del mantenimiento y de conducir el vehículo al igual que el establecimiento de compromisos ineludibles para subsanar la problemática apreciada, los cuales requerían seguimiento y que mejor forma que incorporándolos al sistema de gestión de la empresa; cada uno de estos aspectos se fueron tratando, encontrándoseles la solución apropiada y se verificó que realmente los resultados esperados fueran los más óptimos.

El diagnóstico inicial orientó al grupo investigador, para tener bien claro, cuáles eran los frentes de trabajo que requerían fortalecerse y se trataron:

El fortalecimiento del taller de mantenimiento, con el mejoramiento del inventario, sus instalaciones e insumos, aplicación de orden, aseo y disponer de la herramienta como de los equipos básicos para tal efecto.

La capacitación programada por parte de Talento Humano de una empresa del sector industrial, fue también primordial para elevar a un estatus de calificada, su mano de obra; actualmente la empresa programa sensibilizaciones y capacitaciones en miras de afianzar esta fortaleza para la empresa.

Mantener los ambientes en condiciones apropiadas que permitan un desempeño seguro al igual que los vehículos cuando sirven para el desplazamiento, pero ante todo seguro de los pasajeros. Para ello se implementó un panorama de riesgos y se dedujo con el apoyo de un equipo de trabajo una serie de normas a seguir, orientadas a través de una guía de seguridad.

AGRADECIMIENTOS

Protocolo establecido mediante el procedimiento del mantenimiento de los vehículos otro producto que conlleva a eliminar la imagen que entre los mismos empleados conllevaba a un desempeño en el cual asumían una posición postiza, pues se percibió que no identificaban que su labor desempeñada era correcta y la esperada por el usuario.

Uno de los mayores respaldos que dio la empresa a sus recursos fue el diseño del nuevo plan de mantenimiento, también realizado por el grupo investigador con la colaboración del equipo de trabajo establecido para tal fin, donde se promueven acciones efectivas para resultados eficientes y eficaces que permitan a trabajadores y usuarios un desarrollo confiable de actividades a través del servicio de transporte acordado.

Ya para terminar se aplicó un estudio contable, a través de un análisis de la relación costo beneficio, que aunque no expresa, necesariamente las oportunidades socio-económicas de toda la colectividad que se favorece con el proyecto trazado, su revisión, permite resaltar el aprovechamiento de la mano de obra calificada y de los recursos financieros en la empresa con relación a otras en la ciudad de Barrancabermeja con ofertas de servicio en las mínimas e iguales condiciones del servicio de transporte para empleados de empresas del sector industrial. Existe por tanto una menor tasa de interés que rendir al momento de valorar la recuperación del parque automotor. Visto de otra forma: El servicio prestado por una empresa del sector industrial puede presentar mejores ofertas con mínimos gastos por el aprovechamiento en el costo de oportunidad para la mano de obra calificada y de sus recursos financieros en Barrancabermeja con relación al parque automotor analizado.

Se observó la preponderancia de los beneficios sobre los costos, los cuales no se dieron a esperar, ni siquiera a un mediano plazo, para augurar un mejor futuro, que realzará nuevamente al frente laboral que por una empresa del sector industrial, tiene en la ciudad de Barrancabermeja en cuanto al servicio de transporte del personal que labora en las empresas del sector industrial del puerto petrolero.

La implementación del programa de mantenimiento preventivo generó resultados inmediatos en términos operativos y económicos, evidenciando un retorno de la inversión desde el primer año de aplicación. Entre los principales logros alcanzados se destacan:

- Mejora en la disponibilidad operativa de la flota, garantizando continuidad en la prestación del servicio.
- Reducción de costos asociados a fallas correctivas y tiempos de inactividad, debido a la planificación anticipada de intervenciones.
- Incremento en los niveles de seguridad operacional, disminuyendo riesgos mecánicos y laborales.
- Mayor confiabilidad y cumplimiento contractual, para fortalecer la competitividad en el sector de transporte.

Los resultados confirman la viabilidad técnica y financiera del programa, demostrando que una gestión estructurada del mantenimiento impulsaría la sostenibilidad y recuperación competitiva de empresas con condiciones similares.

Primeramente, agradezco a DIOS, por la vida y por todas las bendiciones que derramo en este camino para poder cumplir con mis metas, a mi cariñosa madre y familiares por haber apoyado siempre cada una de las decisiones en el transcurso de este sendero, también a todos y cada uno de los docentes del Instituto Universitario de la Paz que brindaron sus conocimientos con la mejor disposición, por cada una de las clases que prepararon para poder transmitir lo mejor de ellos y formar profesionales. A mis amigos por su colaboración, paciencia y por todas esas noches de dedicación en la causa, por aquellos momentos de alegrías y tristezas que estuvieron conmigo, por todas las experiencias vividas, a mi novio gracias por colaborar, estar ahí y darme fuerza para continuar en este camino. Gracias a nuestro director de proyecto Juan Manuel Bayona por su colaboración y asesoría en este proyecto.

Ivonn Johanna Cobos Macias

A todos y cada uno de los profesores del Instituto Universitario de la Paz que durante mi reparación me brindaron sus conocimientos y valores éticos que contribuyeron con mi formación profesional.

A la escuela de Ingeniería de Producción por permitirme ser parte de la escuela, a mis amigos por cada uno de los momentos vividos, por las alegrías y tristezas, experiencias vividas, por los días de estudios y conocimientos compartidos, gracias por estar ahí y verme realizar como profesional.

Yesica Indira Bautista Tafur

REFERENCIAS

Periodicals (Artículos de revista):

- [1] Oliva, K., Arellano, M., López, M., & Soler, K. (2010). Sistemas de información para la gestión de mantenimiento en la gran industria del estado Zulia. *Revista Venezolana de Gerencia*, 15(49). Maracaibo.
- [2] Gómez, G. (2010). KIP's. Artículo de la Mantenimiento en Latinoamérica, 2(2), [pp. desconocidas]. Medellín.

Books (Libros):

- [3] Bruch, J. G., & Grudnitski, G. (1998). *Diseño de sistemas de información*. Editorial LIMUSA.
- [4] Cohen, K. D., & Asín Lares, E. (2005). *Sistemas de información para los negocios* (4ª ed.). McGraw Hill.
- [5] Creus Solé, A. (1992). *Fiabilidad y seguridad: Su aplicación en procesos industriales*. Marcombo Boixareu Editores.
- [6] Enrick, N. L., et al. (1989). *Control de calidad y beneficio empresarial*. Ediciones Díaz de Santos.
- [7] García Garrido, S. (2013). *Ingeniería del mantenimiento*. RENOVETEC.
- [8] Garrido, S. G. (2003). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Ediciones Díaz de Santos.
- [9] Goldratt, E. M. (1994). *El síndrome del pajar*. Ediciones Díaz de Santos.
- [10] Montilva, J. A. (1999). *Desarrollo de los sistemas de información* (3ª reimp. de la 2ª ed.). Consejo de Publicaciones, Universidad de los Andes.
- [11] O'Brien, J. (2001). *Sistemas de información gerencial* (4ª ed.). McGraw Hill.
- [12] Oz, E. (2001). *Administración de sistemas de información* (2ª ed.). Thomson Learning.

Technical Reports (Informes técnicos):

- [13] Álvarez, Z., Gonzalo, G., Sánchez, P. E., & Salazar, M. A. X. (2009). Creación de una empresa de servicio de talleres automotriz [Informe técnico]. Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), Guayaquil.
- [14] Sanabria, H. R. C., & Hernández, A. D. J. (2011). Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para vehículo liviano de la Gobernación de Casanare [Informe técnico]. Universidad Industrial de Santander (UIS), Bucaramanga.
- [15] Silva Martínez, C. E. (2007). Diseño de un sistema de mantenimiento para los equipos móviles de transporte de carga terrestre [Informe técnico]. Universidad de Pereira.
- [16] Morales, J. C. F. (2012). Implantación de un programa de mantenimiento productivo total (TPM) al taller automotriz del I. Municipio de Riobamba (IMR) [Informe técnico]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba.



Yesica Indira Bautista Tafur 1. Ingeniera de Producción del Instituto Universitario de la Paz, Especialista en Gerencia de Proyectos de la Universidad Minuto de Dios, Cuenta con más de 3 años de experiencia en el Sector Público en la Secretaria de Planeación de Barrancabermeja en el área de Banco de Proyectos.



Ivonn Johanna Cobos Macías 2. Ingeniera de producción con una sólida formación académica en gestión educativa y una amplia experiencia en la enseñanza de matemáticas en educación básica secundaria. Comprometida con el desarrollo integral de los estudiantes y la mejora continua en el proceso educativo. Magíster en Gestión Educativa Universidad Pontificia Bolivariana 2023.

DISEÑO DE ESTRATEGIAS INTERDISCIPLINARES PARA LA MEJORA DE PROCESOS AVÍCOLAS: UN ENFOQUE DESDE LA FORMACIÓN, PRODUCCIÓN Y LA SST

Design of interdisciplinary strategies for the improvement of poultry processes: an approach from training, production, and occupational health and SST

Yeiman Hamith Romero Guerra ¹
yeiman.romero@unipaz.edu.co

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

Recibido: abril 28 de 2025 – Aceptado: mayo 29 de 2026

Resumen

Este artículo presenta una propuesta de mejora integral para los procesos productivos en una granja avícola de Barrancabermeja, articulando principios de la ingeniería de producción, la gestión operativa, la seguridad y salud en el trabajo (SST), y la formación técnica como pilares de intervención interdisciplinaria. A través del análisis de procesos críticos y del diseño de estrategias técnico-formativas, se logró establecer un sistema estandarizado que optimiza la eficiencia productiva, mejora las condiciones laborales y fomenta el aprendizaje práctico de los operarios. La metodología incluyó diagnóstico participativo, rediseño de procedimientos, mejora de condiciones de SST y acompañamiento en la implementación. Los resultados evidencian mejoras en el rendimiento operativo, disminución de riesgos laborales y fortalecimiento de capacidades técnicas del personal. Se concluye que la integración entre tecnología, producción, SST y educación es esencial para la sostenibilidad de los sistemas avícolas en pequeña escala.

Palabras clave: *Avicultura, formación técnica, mejora continua, procesos productivos, seguridad y salud en el trabajo, trabajo interdisciplinario.*

Abstract

This paper presents an integrated improvement proposal for poultry production processes at a farm in Barrancabermeja, Colombia, combining production engineering, operational management, occupational health and safety (OHS), and technical training as pillars of interdisciplinary intervention. Through the analysis of critical processes and the design of technical-educational strategies, a standardized system was implemented to optimize productivity, improve working conditions, and enhance workers' practical skills. The methodology included participatory diagnosis, process redesign, OHS improvements, and implementation support. Results show improvements in operational performance, reduced occupational risks, and strengthened technical capacities. The study concludes that integrating technology, production, safety, and education is essential for the sustainability of small-scale poultry systems

Keywords: *Continuous improvement, interdisciplinary work, poultry farming, productive processes, technical training, occupational safety*

I. INTRODUCCIÓN

La industria avícola en Colombia constituye uno de los sectores agropecuarios de mayor crecimiento y relevancia económica, aportando significativamente al abastecimiento de proteína animal en el país. Según reportes recientes del sector, el consumo per cápita de pollo ha superado los 35 kg por habitante/año, posicionándose como la principal fuente de proteína de origen animal en la dieta nacional. Este crecimiento ha implicado mayores exigencias en términos de eficiencia productiva, sostenibilidad, inocuidad alimentaria y condiciones laborales dentro de las unidades productivas.

A pesar de estos avances, muchas explotaciones avícolas de pequeña y mediana escala enfrentan limitaciones relacionadas con la falta de estandarización de procesos, deficiencias en la implementación de sistemas de seguridad y salud en el trabajo (SST), y escasa formación técnica del talento humano. Estas problemáticas inciden directamente en la productividad, la calidad del producto final y el bienestar de los trabajadores, evidenciando la necesidad de intervenciones integrales que articulen componentes técnicos, organizacionales y formativos. En este contexto, se desarrolla una intervención en la Granja Avícola El Santuario, ubicada en Barrancabermeja, con el propósito de diseñar e implementar estrategias interdisciplinarias orientadas a la mejora de los procesos productivos, el fortalecimiento de las condiciones de SST y la cualificación del personal operativo.

El presente artículo propone una estrategia de mejora integral basada en un enfoque interdisciplinar que integra la ingeniería de producción, la gestión operativa, la seguridad y salud en el trabajo (SST) y la pedagogía constructivista. Desde esta perspectiva, la formación de los operarios se concibe como un proceso activo, participativo y contextualizado, en el cual el aprendizaje surge de la interacción con los problemas reales del entorno productivo. De este modo, el conocimiento no solo se transfiere, sino que se construye y se aplica, convirtiéndose en un elemento clave para la transformación y sostenibilidad del sistema avícola.

II DESARROLLO DEL ARTÍCULO

La industria avícola en Colombia representa una de las actividades productivas más relevantes para el abastecimiento de proteína animal en el país. La carne de pollo, por su valor nutricional, asequibilidad y versatilidad, ocupa un lugar central en la dieta colombiana, lo que impulsa la necesidad de procesos de producción más eficientes, sostenibles y estandarizados. En este contexto, se desarrolla una intervención en la Granja Avícola El Santuario, ubicada en Barrancabermeja, con el fin de estandarizar sus procesos, mejorar la seguridad ocupacional y optimizar su rendimiento productivo.

Este artículo propone una estrategia de mejora integral con base en un enfoque interdisciplinar que vincula la ingeniería de producción, la tecnología aplicada, la seguridad y salud en el trabajo (SST), y la pedagogía constructivista como elemento formativo central. La formación de los operarios de la granja no

se aborda desde una capacitación pasiva, sino desde una pedagogía activa, participativa y situada, donde el conocimiento se construye a partir de la experiencia y la reflexión crítica de los procesos productivos reales. De esta manera, el aprendizaje se convierte en un motor de cambio dentro del sistema productivo, permitiendo no solo mejoras operativas sino también el empoderamiento del talento humano involucrado y la consolidación de ambientes laborales seguros.

La aplicación de estrategias interdisciplinarias permitió abordar el problema productivo desde múltiples dimensiones. La conjunción entre producción, SST y formación fortaleció la cultura de prevención, impulsó la eficiencia y promovió el aprendizaje colaborativo. En este sentido, el enfoque constructivista facilitó la apropiación del conocimiento técnico y la reflexión sobre las prácticas cotidianas, mientras que la mejora en las condiciones de SST fortaleció la motivación y el sentido de pertenencia de los operarios.

Asimismo, la metodología participativa permitió adaptar las soluciones a las realidades específicas del entorno rural, respetando los saberes locales y facilitando la sostenibilidad de los cambios. Se demostró que la seguridad y salud en el trabajo no son aspectos accesorios, sino centrales en la transformación de los sistemas productivos.

METODOLOGIA

La investigación se desarrolló bajo un enfoque metodológico mixto, integrando técnicas cualitativas y cuantitativas con el propósito de diagnosticar, intervenir y evaluar los procesos productivos y formativos en la Granja Avícola El Santuario. Se adoptó un diseño descriptivo-aplicado con énfasis en la mejora continua desde una perspectiva interdisciplinaria que articula la ingeniería de producción, la seguridad y salud en el trabajo (SST) y la pedagogía constructivista.

Selección de la muestra

La población objeto de estudio estuvo conformada por el personal operativo y administrativo de la granja, incluyendo operarios, encargados de producción y personal técnico. Se empleó un muestreo intencional no probabilístico, seleccionando a los participantes en función de su experiencia directa en los procesos críticos de producción (alimentación, ventilación, manejo sanitario y faenado), así como su disponibilidad para participar en las actividades diagnósticas y formativas.

En total, se trabajó con el 100% del personal operativo disponible, garantizando una visión integral del sistema

productivo y facilitando la implementación de estrategias participativas.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de información se utilizaron los siguientes métodos e instrumentos:

- **Observación directa estructurada**, enfocada en procesos clave como alimentación, ventilación, bioseguridad y faenado, mediante listas de chequeo previamente diseñadas.
- **Encuestas** aplicadas al personal operativo para identificar percepciones sobre condiciones laborales, de capacitación y problemáticas productivas.
- **Entrevistas semiestructuradas** dirigidas a administradores y técnicos, con el fin de profundizar en aspectos organizacionales y de gestión.
- **Revisión documental**, que incluyó registros productivos, manuales operativos, protocolos de bioseguridad y normativas vigentes.

Criterios de recolección y análisis

Los criterios utilizados para la recolección de datos se basaron en:

- Identificación de procesos críticos que impactan la productividad.
- Evaluación de condiciones de seguridad y salud en el trabajo (ergonomía, uso de EPP, señalización, riesgos físicos).
- Análisis de brechas en conocimientos técnicos del personal.
- Detección de ineficiencias operativas y puntos de mejora.

Para el análisis de la información se emplearon herramientas como el diagrama de Ishikawa, mapeo de procesos y análisis de causa-raíz, permitiendo estructurar los problemas identificados y priorizar acciones de intervención.

Intervención y enfoque pedagógico

El proceso de intervención se desarrolló mediante un enfoque participativo, involucrando activamente a los trabajadores en la identificación de problemas y construcción de soluciones. El componente formativo se fundamentó en el constructivismo social, promoviendo estrategias como:

- Talleres prácticos basados en problemas reales.
- Trabajo colaborativo.
- Reflexión crítica sobre las prácticas cotidianas.
- Elaboración de material didáctico contextualizado.

Este enfoque permitió que el conocimiento técnico fuera apropiado por los operarios, facilitando su aplicación en el entorno laboral y asegurando la sostenibilidad de las mejoras implementadas.

DESARROLLO Y RESULTADOS

1. Diagnóstico del proceso actual

A través de observaciones directas, encuestas y entrevistas al personal operativo, se identificaron problemas clave en la etapa de cría, como la falta de estandarización en la alimentación, condiciones deficientes de ventilación, y ausencia de señalización de seguridad. El 75% del personal manifestó como problema principal la falta de capacitación, supervisión y condiciones inseguras, lo que derivaba en bajo peso y alta mortalidad de los pollos, además de reportes de incomodidad física debido a posturas inadecuadas.

Imagen 1. Encuesta.

Perfil del entrevistado:
Trabajadores de granjas avícolas con experiencia empírica en la cría y mantenimiento de pollos para la producción de carne.

A continuación, agradeceremos respondas las siguientes preguntas:

1. ¿En qué área del proceso de producción de carne de pollo trabajas?

a) Cría y alimentación de aves.
b) Procesamiento de aves.
c) Empaqueado y distribución.

2. ¿Cuáles crees que son los mayores problemas que enfrenta el proceso de producción de carne de pollo?

a) enfermedades.
b) Alimentación e hidratación.
c) Aireación.
d) Planta física.

3. ¿Cuáles podrían ser las posibles causas de los problemas identificados en el proceso?

a) Atención no oportuna para cada uno de los procesos
b) Errores de manejo
c) Falta de conocimiento
d) Falta de supervisión y monitoreo.

4. ¿Existe algún problema relacionado con la calidad del producto final? Si es así, por favor describe los detalles.

a) Sabor
b) Presentación o aspecto
c) Peso
d) Precio

Gracias por tu dedicación.

Fuente, Elaboración propia.

Imagen 2 Resultados

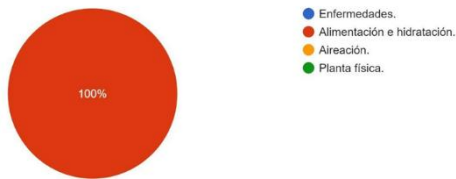
¿En qué área del proceso de producción de carne de pollo trabajas?
4 respuestas



Fuente, Elaboración propia.

Imagen 3. Resultado obtenido

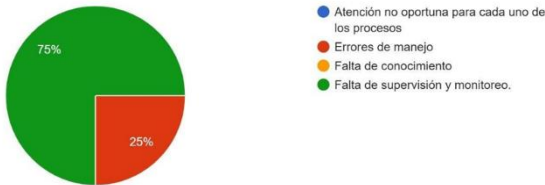
¿Cuáles crees que son los mayores problemas que enfrenta el proceso de producción de carne de pollo?
4 respuestas



Fuente, Elaboración propia.

Imagen 4. Resultado obtenido.

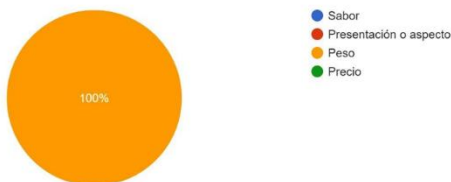
¿Cuáles podrían ser las posibles causas de los problemas identificados en el proceso?
4 respuestas



Fuente, Elaboración propia.

Imagen 5. Resultados obtenidos.

¿Existe algún problema relacionado con la calidad del producto final? Si es así, por favor describe los detalles.
4 respuestas



Fuente, Elaboración propia.

2. Acciones de mejora

Se desarrolló un mapa de procesos, diagramas de flujo y se aplicó el diagrama de Ishikawa para identificar causas-raíz de los problemas. A partir de este análisis, se implementaron las siguientes acciones:

- **Producción:** ajustes en el manejo alimenticio, cronogramas de suministro, control de ventilación mecánica.
- **SST:** incorporación de señalización de rutas de evacuación, zonas de riesgo y uso obligatorio de EPP; adecuación de condiciones ergonómicas en las áreas de alimentación y faenado.
- **Formación:** talleres sobre seguridad laboral, higiene avícola y procedimientos operativos estandarizados (POES).

Imagen 6. Diagrama de ISHIKAWA.



Fuente, elaboración propia.

3. Implementación pedagógica y técnica

Bajo un enfoque constructivista, se diseñaron sesiones participativas en las que los operarios aplicaron soluciones a problemas reales, construyendo aprendizajes desde su experiencia. Se elaboraron manuales ilustrados y se promovió la autoevaluación colectiva sobre el cumplimiento de protocolos de seguridad y producción.

4. Resultados obtenidos

- Reducción del desperdicio de alimento en un 18%
- Aumento del peso promedio por ave a 2900g
- Mejora de la conversión alimenticia
- Disminución de la tasa de mortalidad
- Reducción de riesgos ergonómicos y físicos reportados
- Cumplimiento del 100% en el uso de EPP y señalización activa
- Aumento de la satisfacción laboral y participación del personal

II. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos a lo largo del proceso de intervención permiten establecer una base sólida para las conclusiones presentadas. En primer lugar, la evidencia cuantitativa recogida —como el aumento del peso promedio por ave, la reducción del desperdicio de alimento y la disminución de la mortalidad— valida la efectividad de las mejoras técnicas implementadas desde la ingeniería de producción.

Paralelamente, los cambios observados en el entorno laboral, reflejados en la disminución de reportes de incomodidad física y en el cumplimiento total del uso de equipos de protección personal (EPP), justifican la relevancia de incorporar prácticas de seguridad y salud en el trabajo (SST) en el diseño de procesos agroindustriales.

Además, la alta participación de los operarios, su implicación en las actividades formativas y la apropiación de buenas prácticas productivas y de seguridad, evidencian el impacto positivo del enfoque pedagógico constructivista. Este modelo favoreció la comprensión crítica y contextualizada de las labores cotidianas, generando aprendizajes significativos y duraderos.

Por tanto, la articulación interdisciplinaria de estos tres ejes —producción, SST y formación— demostró ser una estrategia integral y efectiva, tanto para mejorar los indicadores productivos como para fortalecer el recurso humano, base fundamental de toda organización agropecuaria sostenible.

Conclusiones

1. La estandarización de procesos productivos y de SST mejora significativamente la eficiencia y la calidad en la producción avícola.
2. El enfoque pedagógico constructivista fortalece la apropiación de conocimientos técnicos, la cultura de seguridad y el empoderamiento del personal operativo.
3. La integración entre producción, SST y formación es una estrategia eficaz y sostenible para transformar sistemas productivos en contextos rurales.
4. Se recomienda replicar y adaptar este modelo interdisciplinario en otras granjas del país para contribuir al desarrollo sostenible del sector agropecuario.

REFERENCIAS

[1] M. A. Gómez, *Buenas prácticas de manufactura en la producción avícola*, 2ª ed., Bogotá: Editorial Agropecuaria, 2019.
 [2] ICONTEC, NTC 5400: *Buenas prácticas pecuarias en la producción de pollo de engorde para el sacrificio*, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 2018.

[3] Ministerio de Trabajo de Colombia, “Guía técnica para la identificación de peligros y evaluación de riesgos en actividades avícolas,” Bogotá, 2020.
 [4] J. Restrepo y A. Vargas, “Aplicación del ciclo PHVA en procesos agroindustriales avícolas,” *Revista Colombiana de Producción*, vol. 15, no. 2, pp. 55–68, 2020.
 [5] D. Ausubel, *Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo*, 2ª ed., México: Trillas, 2002.
 [6] L. Vigotsky, *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*, Barcelona: Crítica, 2009.
 [7] Organización Internacional del Trabajo (OIT), *Seguridad y salud en el trabajo en la agricultura*, Ginebra: OIT, 2021.
 [8] R. Martínez y F. Díaz, “Evaluación ergonómica en granjas avícolas: estudio de caso en el Magdalena Medio,” *Ingeniería y Sociedad*, vol. 10, no. 1, pp. 25–34, 2021.
 [9] SENA, “Manual técnico para la producción de pollo de engorde,” *Servicio Nacional de Aprendizaje*, Bogotá, 2017.
 [10] FAO, *Producción avícola en pequeña escala: Guía para productores*, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, 2018.
 [11] R. Meleán, A. Romero y B. Sánchez, “Procesos productivos de la industria avícola zuliana: fases de alimento, engorde y beneficio,” *Revista de la Facultad de Agronomía*, vol. 25, no. 1, 2008.
 [12] R. Orozco Campo, R. Meleán Romero y A. Romero Medina, “Costos de producción en la cría de pollos de engorde,” *Revista Venezolana de Gerencia*, vol. 9, no. 28, pp. 1–27, 2004.
 [13] M. P. Donado Godoy, S. A. Arévalo Mayorga y M. F. Valencia Guerrero, *Manual práctico para pequeñas y medianas explotaciones del trópico alto colombiano*. Bogotá: Mesa Editorial Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2, 2020.
 [14] D. G. Hernández y R. A. Gómez, “Importancia económica y productiva de la avicultura de carne en Colombia,” *Revista MVZ Córdoba*, vol. 20, no. 3, pp. 4937–4947, 2015.
 [15] G. R. Martínez y A. C. Torres, “Análisis de la cadena productiva de la carne de pollo en Colombia,” *Revista MVZ Córdoba*, vol. 24, no. 3, pp. 7231–7242, 2019.
 [16] C. A. Gómez y F. J. Ramírez, “Tendencias y retos en la producción avícola de carne en Colombia,” *Revista Científica, FCV-LUZ*, vol. 28, no. 3, pp. 268–275, 2018.
 [17] J. M. López y L. M. Sánchez, “Avances en la producción de carne de pollo en Colombia,” *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, vol. 33, no. 4, pp. 277–289, 2020.
 [18] J. R. Perea y A. M. Duarte, “Factores que inciden en la eficiencia productiva en la avicultura de carne en Colombia,” *Revista Investigación Agraria y Ambiental*, vol. 8, no. 2, pp. 77–88, 2017.
 [19] M. E. Rodríguez y A. P. García, “Desarrollo tecnológico y sostenibilidad en la producción avícola de carne en Colombia,” *Revista Científica*, vol. 26, no. 2, pp. 124–133, 2016.
 [20] L. A. Giraldo y J. M. Molina, “Estrategias de nutrición y alimentación en la producción de carne de pollo en Colombia,” *Revista MVZ Córdoba*, vol. 11, no. 2, pp. 1047–1056, 2006.



Yeiman Hamith Romero Guerra.

Ingeniero de Producción, docente universitario y candidato a Magíster en Educación. Cuenta con experiencia en coordinación operativa, gestión administrativa, liderazgo de equipos y mejoramiento continuo de procesos en los sectores educativo y productivo.

Complementa su formación con estudios en administración de especies menores, administración de fincas, emprendimiento, gestión pública, logística de la cadena de suministro y formulación de proyectos. Sus intereses académicos y profesionales se centran en la gestión organizacional, la educación superior, la productividad y el desarrollo sostenible del sector productivo.