



Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), septiembre-octubre 2024,
Volumen 8, Número 5.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5

**PROPUESTA DE UNA ESCUADRA DE
MANTENIMIENTO MECÁNICO Y ELÉCTRICO DE
VEHÍCULOS MILITARES PARA REDUCIR
COSTOS DE MANTENIMIENTO EN LAS
BRIGADAS DEL EJÉRCITO NACIONAL DE
COLOMBIA**

**PROPOSAL FOR A MECHANICAL AND ELECTRICAL
MAINTENANCE SQUAD FOR MILITARY VEHICLES TO
REDUCE MAINTENANCE COSTS IN THE BRIGADES OF THE
NATIONAL ARMY OF COLOMBIA**

Carlos Andrés Gil Duran

Centro de Educación Militar CEMIL – Colombia

William Alfonso Vargas Correa

Universidad ECCI – Colombia

Brayan Ignacio Cardozo Miranda

Centro de Educación Militar CEMIL – Colombia

Jhonatan Ospina Molina

Centro de Educación Militar CEMIL – Colombia

Ronald González Silva

Universidad ECCI - Colombia

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.14201

Propuesta de una escuadra de mantenimiento mecánico y eléctrico de vehículos militares para reducir costos de mantenimiento en las brigadas del Ejército Nacional de Colombia

Carlos Andrés Gil Duran¹carlosgilduran@cedoc.edu.co<https://orcid.org/0009-0003-1780-497X>Centro de Educación Militar CEMIL
Colombia**William Alfonso Vargas Correa**wvargasc@ecci.edu.co<https://orcid.org/0009-0008-5023-221X>Universidad ECCI
Colombia**Brayan Ignacio Cardozo Miranda**brayancardozomiranda@cedoc.edu.co<https://orcid.org/0009-0000-5540-0130>Centro de Educación Militar CEMIL
Colombia**Jhonatan Ospina Molina**Jospinam@ecci.edu.co<https://orcid.org/0009-0003-4218-2447>Centro de Educación Militar CEMIL
Colombia**Ronald González Silva**rgonzalezs@ecci.edu.co<https://orcid.org/0000-0003-2404-4668>Universidad ECCI
Colombia

RESUMEN

Este estudio propone la creación de escuadras de mantenimiento mecánico y eléctrico en las brigadas del Ejército Nacional de Colombia, compuestas por personal capacitado, con el objetivo de mejorar el estado de los vehículos militares y reducir los costos de mantenimiento. Actualmente, el ejército enfrenta desafíos significativos en la gestión de su flota vehicular debido a la falta de personal técnico especializado vinculado directamente con la institución. Esto ha generado una dependencia excesiva de contratistas externos, lo que se traduce en demoras, costos elevados y una menor eficiencia operativa. El estudio emplea una metodología de enfoque mixto, combinando datos cuantitativos, obtenidos a través de encuestas a 120 técnicos, militares y civiles con experiencia en mantenimiento vehicular, y datos cualitativos, recabados mediante entrevistas semiestructuradas con personal clave en las brigadas. Se adopta un diseño transversal para analizar el estado actual del mantenimiento y la viabilidad de implementar las escuadras propuestas. Los resultados esperados incluyen una reducción significativa de los costos de mantenimiento, una mayor disponibilidad de vehículos y la mejora en la capacidad operativa del ejército. Esta investigación no solo aborda una necesidad crítica dentro del ejército, sino que también proporciona una solución práctica y sostenible para optimizar el uso de los recursos y mejorar la eficiencia operativa en las fuerzas armadas de Colombia. Además, contribuye al desarrollo de un sistema de mantenimiento más autónomo y eficiente dentro de las brigadas.

Palabras clave: escuadras de mantenimiento, vehículos militares, eficiencia operativa, reducción de costos, logística del ejército

¹ Autor principal.

Correspondencia: bcardozo60@gmail.com

Proposal for a mechanical and electrical maintenance squad for military vehicles to reduce maintenance costs in the brigades of the National Army of Colombia

ABSTRACT

This study proposes the creation of mechanical and electrical maintenance squads within the brigades of the National Army of Colombia, composed of trained personnel, with the aim of improving the condition of military vehicles and reducing maintenance costs. Currently, the army faces significant challenges in managing its vehicle fleet due to the lack of specialized technical personnel directly linked to the institution. This has led to an excessive reliance on external contractors, resulting in delays, high costs, and lower operational efficiency. The study employs a mixed-methods approach, combining quantitative data, obtained through surveys of 120 technicians, military personnel, and civilians with vehicle maintenance experience, and qualitative data, collected through semi-structured interviews with key personnel in the brigades. A cross-sectional design is adopted to analyze the current state of maintenance and the feasibility of implementing the proposed squads. The expected results include a significant reduction in maintenance costs, increased vehicle availability, and improved operational capacity for the army. This research not only addresses a critical need within the army but also provides a practical and sustainable solution to optimize resource use and improve operational efficiency in Colombia's armed forces. Additionally, it contributes to the development of a more autonomous and efficient maintenance system within the brigades.

Keywords: maintenance squads, military vehicles, operational efficiency, cost reduction, army logistics

Artículo recibido 10 septiembre 2024

Aceptado para publicación: 15 octubre 2024



INTRODUCCIÓN

El mantenimiento vehicular es un aspecto crítico para el éxito de las operaciones militares. En el Ejército Nacional de Colombia, los vehículos no solo sirven para el transporte de tropas y suministros, sino que también son fundamentales para la ejecución de misiones tácticas en terrenos difíciles y en situaciones de alta presión. El estado de la flota vehicular puede, en muchos casos, determinar el éxito o el fracaso de una operación militar, ya que los vehículos en malas condiciones pueden fallar en momentos críticos, comprometiendo la seguridad de las tropas y la efectividad de las misiones. En los últimos años, el Ejército Nacional de Colombia ha enfrentado problemas recurrentes en la gestión del mantenimiento de su flota vehicular. Estos problemas incluyen una dependencia excesiva de contratistas externos, largos tiempos de espera para reparaciones, falta de personal especializado dentro de la institución y altos costos asociados con el mantenimiento correctivo. (Gottschalk & Saadi, 2019) Ante esta situación, surge la necesidad de proponer soluciones que mejoren la eficiencia del mantenimiento vehicular, reduzcan los costos operativos y aumenten la disponibilidad de los vehículos. Una de las soluciones más viables es la creación de escuadras de mantenimiento especializadas, formadas por personal capacitado en mecánica diésel, gasolina y electricidad automotriz, que pueda realizar el mantenimiento preventivo y correctivo dentro de las brigadas del ejército. (Li et al., 2019)

El tema de investigación que se aborda en este artículo es la propuesta de creación de escuadras de mantenimiento automotriz en el Ejército Nacional de Colombia, con el objetivo de mejorar el estado mecánico y eléctrico de los vehículos militares, reducir los costos de mantenimiento y aumentar la eficiencia operativa. Estas escuadras estarían conformadas por personal capacitado por instituciones como el SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje), que cuenta con un alto nivel de preparación técnica en el área de mantenimiento automotriz. (Ke et al., 2024) El estudio busca determinar si la creación de estas escuadras podría resolver los problemas actuales de mantenimiento en las brigadas y si esta propuesta es viable tanto desde el punto de vista logístico como económico. Actualmente, las brigadas del ejército dependen en gran medida de la contratación de servicios externos para el mantenimiento de sus vehículos, lo que genera demoras, aumenta los costos y disminuye la capacidad de respuesta en situaciones de emergencia. (Myers et al., 2024)



El problema de investigación que se aborda en este estudio está relacionado con la ineficiencia del sistema actual de mantenimiento vehicular en el Ejército Nacional de Colombia. Esta ineficiencia se debe en gran parte a la falta de personal especializado vinculado directamente con la institución, lo que ha resultado en la subcontratación de empresas externas para realizar las reparaciones y el mantenimiento de los vehículos. (Hoyas et al., 2011) Esta situación ha generado varios problemas, entre los que se incluyen largos tiempos de inactividad de los vehículos debido a los trámites administrativos y logísticos necesarios para coordinar las reparaciones con los contratistas externos, así como un aumento en los costos de mantenimiento, que podría ser evitado si el ejército contara con su propio equipo especializado (Kumar, 2023). Además, la falta de personal técnico dentro de las brigadas limita la capacidad de realizar un mantenimiento preventivo adecuado, lo que a su vez incrementa la probabilidad de fallos mecánicos y eléctricos durante las misiones. Esta investigación pretende identificar soluciones que permitan mejorar la gestión del mantenimiento dentro de las brigadas mediante la creación de escuadras especializadas que puedan operar de manera autónoma y eficiente dentro de cada unidad militar. (Nazari et al., 2019)

La justificación de esta investigación es clara y contundente. El mantenimiento adecuado de los vehículos militares es fundamental para garantizar la operatividad del ejército y su capacidad para llevar a cabo misiones tanto en tiempos de paz como en situaciones de conflicto. (Nazari et al., 2019) Los vehículos militares son herramientas esenciales para la movilidad, el transporte de suministros, la evacuación de heridos y la ejecución de operaciones tácticas. Un fallo en uno de estos vehículos puede tener consecuencias graves, no solo en términos de costos, sino también en términos de vidas humanas y éxito operacional. Además, la falta de mantenimiento adecuado aumenta los costos a largo plazo, ya que los vehículos que no reciben mantenimiento preventivo tienden a sufrir fallos más graves que requieren reparaciones más costosas. (Vizcaíno et al., 2006) La creación de escuadras de mantenimiento dentro de las brigadas no solo permitiría reducir los costos de mantenimiento al eliminar la necesidad de contratar servicios externos, sino que también mejoraría la disponibilidad de los vehículos y permitiría realizar un mantenimiento más oportuno y eficiente. En un contexto en el que el ejército está constantemente buscando formas de optimizar sus recursos y mejorar su capacidad operativa, esta

investigación ofrece una solución viable y práctica que podría tener un impacto significativo tanto en términos operativos como financieros.(Vizcaíno et al., 2006)

Desde el punto de vista teórico, esta investigación se basa en varias teorías y enfoques relacionados con la gestión del mantenimiento y la organización del trabajo técnico especializado. Una de las teorías clave que sustenta este estudio es la teoría del mantenimiento preventivo, que sostiene que la realización de mantenimientos regulares y planificados es esencial para prolongar la vida útil de los equipos y prevenir fallos catastróficos. Según Moubray (1997), el mantenimiento preventivo puede reducir significativamente los costos de reparación y aumentar la confiabilidad de los equipos, lo que es especialmente relevante en el contexto militar, donde los vehículos deben estar en condiciones óptimas para garantizar el éxito de las misiones. (Mishra, 2024a) Además, la teoría de gestión de activos también es relevante para este estudio, ya que establece que una gestión adecuada de los activos, incluyendo los vehículos militares, puede mejorar la eficiencia operativa y reducir los costos a largo plazo. Esta teoría sugiere que las organizaciones deben invertir en el mantenimiento y la gestión adecuada de sus activos para maximizar su valor y minimizar los riesgos asociados con fallos y averías.(Vizcaíno et al., 2006)

Dentro del marco teórico, también es importante considerar la teoría de organización de equipos de trabajo especializados, que destaca la importancia de conformar equipos con roles claramente definidos y objetivos alineados con las necesidades organizativas. (Nazari et al., 2019) En el caso del ejército, la creación de escuadras de mantenimiento especializadas permitiría una mayor coordinación y eficiencia en la ejecución de las tareas de mantenimiento, lo que resultaría en una reducción de los tiempos de inactividad de los vehículos y una mejora en la capacidad de respuesta operativa de las brigadas. (Rathi et al., 2023) La teoría de gestión de la calidad total (TQM) también es relevante, ya que promueve la idea de que todas las áreas de una organización deben trabajar de manera coordinada para garantizar la calidad y eficiencia en los procesos. En este sentido, la implementación de escuadras de mantenimiento internas podría contribuir a una mayor calidad en el mantenimiento vehicular, lo que a su vez mejoraría la eficiencia operativa del ejército.(Johnson et al., 2024)

En cuanto a los antecedentes investigativos, existen varios estudios y referencias que son relevantes para este tema. A nivel nacional, la Directiva 00232 de 2017 sobre el diseño, construcción y mantenimiento de obras militares establece los lineamientos para la conformación de escuadras de mantenimiento en



las fuerzas armadas, aunque se enfoca principalmente en el mantenimiento de infraestructuras y no de vehículos. Sin embargo, esta directiva proporciona un marco teórico sobre la estructura y organización de equipos de mantenimiento dentro del ejército, que puede ser adaptado al contexto de los vehículos militares. Además, la Directiva Permanente 0050 de 2021 sobre el planeamiento logístico del ejército también incluye disposiciones relacionadas con el mantenimiento de los vehículos, destacando la necesidad de mejorar la gestión del mantenimiento para reducir los costos operativos y aumentar la disponibilidad de los equipos. (Gelaw et al., 2024) A nivel internacional, estudios como el de Garcia (2018), realizado en las fuerzas armadas de España, demuestran que la creación de escuadras de mantenimiento internas puede reducir significativamente los costos de mantenimiento y mejorar la eficiencia operativa. Estos estudios proporcionan una base sólida para la implementación de escuadras de mantenimiento en el Ejército Nacional de Colombia.(Gelaw et al., 2024)

El contexto de la investigación está enmarcado en las operaciones logísticas y militares del Ejército Nacional de Colombia. La flota vehicular del ejército está compuesta por una amplia variedad de vehículos, que van desde vehículos ligeros para el transporte de personal hasta vehículos pesados utilizados para el transporte de suministros y la ejecución de operaciones tácticas. (Hermans & Tamás, 2024a)Estas unidades operan en diferentes entornos, que incluyen zonas urbanas, áreas rurales y regiones selváticas, lo que impone desafíos significativos en términos de mantenimiento y reparación. Además, el ejército enfrenta restricciones presupuestarias que limitan su capacidad para subcontratar servicios de mantenimiento, lo que subraya la necesidad de encontrar soluciones internas que permitan optimizar los recursos disponibles. (Tortorella et al., 2024a) En este sentido, la creación de escuadras de mantenimiento internas no solo mejoraría la eficiencia operativa, sino que también contribuiría a reducir los costos de mantenimiento y a aumentar la disponibilidad de los vehículos.(Delgado et al., 2005)

En este estudio no se formulan hipótesis, dado que su carácter es exploratorio y se centra en evaluar la viabilidad y la efectividad de la propuesta. No obstante, se espera que la implementación de escuadras de mantenimiento especializadas dentro de las brigadas del ejército genere una reducción significativa en los costos operativos, mejore la disponibilidad de los vehículos y aumente la eficiencia en la ejecución de las misiones. (Tortorella et al., 2024b)Los objetivos del estudio son evaluar la capacidad del personal técnico disponible para conformar estas escuadras, analizar el estado actual del mantenimiento vehicular

en las brigadas y proporcionar recomendaciones concretas para la creación de escuadras de mantenimiento que respondan a las necesidades operativas del ejército. (Ypma & Streck, 1996)

METODOLOGÍA

La metodología de este estudio se basa en un enfoque mixto que combina métodos cuantitativos y cualitativos para evaluar la viabilidad y efectividad de la conformación de escuadras de mantenimiento mecánico y eléctrico en las brigadas del Ejército Nacional de Colombia. (Singh et al., 2023) Este enfoque mixto permite una evaluación integral, ya que los métodos cuantitativos recopilan datos numéricos objetivos sobre el estado actual de las unidades de mantenimiento y los costos asociados, mientras que los métodos cualitativos profundizan en las experiencias y percepciones del personal involucrado. (Delgado et al., 2005) El diseño metodológico es de carácter exploratorio, dado que el objetivo es investigar un fenómeno relativamente nuevo y poco documentado, como es la creación de escuadras especializadas en mantenimiento para mejorar la eficiencia operativa de la flota de vehículos militares. A pesar de la existencia de escuadras de mantenimiento en otros ámbitos y en otros países, esta investigación se enfoca en el caso particular del ejército colombiano, lo que requiere una exploración profunda de sus necesidades y limitaciones. Asimismo, la investigación adopta un diseño transversal, lo que significa que los datos se recogerán en un único punto en el tiempo. Este diseño es adecuado para ofrecer una evaluación completa del estado actual de las unidades de mantenimiento, los recursos disponibles, y las capacidades del personal técnico y logístico, sin la necesidad de realizar un seguimiento a largo plazo. (Sgarbi & Riese, 2000)

La población de estudio está conformada por las unidades de mantenimiento del Ejército Nacional de Colombia, donde se incluyen técnicos, mecánicos, electricistas y otros profesionales directamente involucrados en la operación y mantenimiento de la flota vehicular militar. La investigación se enfocará en estas unidades distribuidas a nivel nacional, con especial atención a aquellas brigadas donde el mantenimiento vehicular ha sido identificado como una necesidad crítica. (Mishra, 2024b) La muestra se compondrá de 120 participantes, seleccionados de manera intencional para incluir a técnicos, militares y civiles con conocimiento directo y experiencia en el mantenimiento de vehículos. La selección intencional se justifica debido a que se busca obtener datos de aquellos individuos que tienen

experiencia directa en las labores de mantenimiento, lo que permitirá obtener información precisa y relevante sobre el estado actual del mantenimiento vehicular y las necesidades que deben ser atendidas. (Tessaro et al., 2017) La encuesta incluirá a miembros clave de las unidades de mantenimiento, como jefes de dependencia, mecánicos, electricistas y conductores, así como a comandantes de unidad que tienen responsabilidad sobre el estado operativo de los vehículos. Este enfoque garantiza que los datos obtenidos sean representativos de la situación actual en diversas brigadas del país. (Sgarbi & Riese, 2000) Para la recolección de datos, se utilizarán tanto encuestas como entrevistas semiestructuradas. Las encuestas tendrán un carácter cuantitativo y estarán diseñadas para obtener información sobre el estado actual del mantenimiento de los vehículos, la frecuencia de los mantenimientos, los costos asociados y la disponibilidad de personal capacitado. (Rathi et al., 2024) Se emplearán cuestionarios estructurados con preguntas cerradas y escalas de Likert, lo que permitirá realizar un análisis estadístico de las respuestas. Los datos obtenidos de estas encuestas proporcionarán una visión general de las deficiencias en el sistema actual de mantenimiento y ayudarán a cuantificar el impacto que la creación de escuadras especializadas podría tener en la reducción de costos y el mejoramiento de la eficiencia operativa. Además, se realizarán entrevistas semiestructuradas con los responsables de las unidades de mantenimiento y los oficiales encargados de la logística y operaciones de las brigadas. (Ypma & Streck, 1996) Estas entrevistas cualitativas permitirán obtener información más detallada sobre las percepciones y expectativas del personal respecto a la creación de escuadras de mantenimiento, los desafíos operativos que enfrentan actualmente y las soluciones potenciales que podrían implementarse para mejorar la eficiencia del mantenimiento vehicular. Las entrevistas serán transcritas y analizadas utilizando un enfoque de análisis temático, lo que permitirá identificar patrones recurrentes y temas clave que puedan influir en la viabilidad de la propuesta. Este enfoque combinado de encuestas y entrevistas garantiza una recolección de datos robusta y comprensiva, permitiendo abordar tanto las dimensiones objetivas como subjetivas del problema. (Payri et al., 2005a)

Uno de los aspectos clave de esta investigación es el cumplimiento de las consideraciones éticas. Se solicitará el consentimiento informado de todos los participantes antes de que se lleve a cabo cualquier encuesta o entrevista. El consentimiento informado incluirá una explicación clara de los objetivos del

estudio, los procedimientos a seguir y el derecho de los participantes a retirarse en cualquier momento sin repercusiones. Además, se garantizará la confidencialidad de toda la información proporcionada, y los datos se utilizarán exclusivamente para los fines de esta investigación. Se adoptarán medidas para proteger la privacidad de los participantes y asegurar que sus respuestas sean tratadas de manera anónima en los resultados finales del estudio. El cumplimiento de estas consideraciones éticas es fundamental, dado que la investigación involucra personal militar y civil que puede estar proporcionando información sensible sobre las operaciones internas de las brigadas.(Brezonick, 2005a)

En términos de los criterios de inclusión, el estudio se enfocará en incluir a personal con experiencia directa en el mantenimiento de vehículos militares, tanto en mecánica diésel como en electricidad automotriz. Los participantes deberán estar actualmente asignados a las unidades de mantenimiento de las brigadas, ya que su conocimiento directo es clave para proporcionar una evaluación precisa de las condiciones actuales y las necesidades en términos de mantenimiento. (Hermans & Tamás, 2024b) Los criterios de exclusión se aplicarán a personal que no esté directamente involucrado en el mantenimiento de vehículos o que no posea la formación técnica necesaria para participar en la investigación. Esto garantizará que los datos recopilados sean relevantes para los objetivos del estudio y se centren en aquellos individuos que realmente pueden aportar información significativa sobre la situación del mantenimiento en el ejército.(Osenga, 2004)

A lo largo del estudio, se identificarán varias limitaciones, tanto físicas como económicas, que podrían afectar la implementación de la propuesta. Las limitaciones físicas incluyen la posible dificultad de acceso a todas las unidades de mantenimiento a nivel nacional, debido a las restricciones geográficas o la falta de recursos logísticos para realizar entrevistas y encuestas en ubicaciones remotas.(Brezonick, 2005b) Además, la disponibilidad de tiempo del personal militar puede ser limitada debido a sus responsabilidades operativas, lo que podría dificultar la programación de entrevistas y la participación en las encuestas. Las limitaciones económicas también podrían influir en la viabilidad de la propuesta, ya que la creación de escuadras especializadas requiere una inversión inicial en términos de capacitación, infraestructura y recursos técnicos, lo que podría no estar disponible en todas las brigadas. Sin embargo, la investigación busca proporcionar soluciones prácticas y viables que puedan adaptarse a las realidades económicas del ejército colombiano.(Riojas-González et al., 2022)



Finalmente, para asegurar el rigor y la validez del estudio, se empleará una triangulación de datos. La triangulación permite combinar los resultados de las encuestas cuantitativas con los hallazgos cualitativos obtenidos a través de las entrevistas, lo que proporcionará una imagen más completa y fiable del estado actual del mantenimiento vehicular y la viabilidad de la creación de escuadras de mantenimiento especializadas.(Payri et al., 2005b) Este enfoque garantizará que los datos obtenidos sean consistentes y representativos de la situación real en las brigadas del ejército. Además, se adoptarán procedimientos replicables, de manera que los resultados del estudio puedan ser validados y replicados en futuros estudios o en otros contextos militares. La triangulación también permitirá validar las percepciones cualitativas con datos cuantitativos, garantizando que los resultados finales sean robustos y generalizables.(Sgarbi & Riese, 2000)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La investigación sobre la propuesta de crear una escuadra de mantenimiento mecánico y eléctrico para vehículos militares dentro del Ejército Nacional de Colombia ha arrojado resultados importantes que subrayan la relevancia de esta medida, tanto en términos operativos como económicos. Se analizaron varias dimensiones a través de encuestas realizadas a personal técnico y operativo, evaluando la necesidad, el impacto esperado en la reducción de costos, los beneficios operacionales, y las especializaciones más valoradas para los integrantes de la escuadra.

Necesidad de una escuadra de mantenimiento dedicada

La primera gráfica indica que la mayoría de los encuestados considera "muy necesaria" la creación de una escuadra de mantenimiento dentro de las brigadas militares. El 65% de los participantes de la encuesta opina que esta medida es esencial para mejorar la gestión del mantenimiento de vehículos, mientras que un 20% lo considera "necesario", y solo una pequeña minoría opina que no es urgente. Este resultado resalta que la falta de una escuadra especializada actualmente afecta la operatividad y la disponibilidad de los vehículos en las brigadas, lo que puede generar tiempos de inactividad prolongados y dificultades logísticas al depender de talleres externos.

Esta necesidad se debe principalmente a los desafíos que enfrenta el Ejército Nacional de Colombia, donde la flota de vehículos militares requiere mantenimiento constante debido a su uso intensivo en diferentes tipos de terrenos y condiciones climáticas. La falta de un equipo especializado dentro de las

brigadas significa que, en muchas ocasiones, los vehículos deben ser enviados a talleres externos o las reparaciones se retrasan debido a la falta de personal capacitado en sitio. Esto no solo afecta la capacidad operativa de la brigada, sino que también incrementa los costos logísticos y de mantenimiento.

Impacto en la reducción de costos

Una de las preguntas clave de la encuesta fue sobre el impacto que tendría la creación de una escuadra de mantenimiento en la reducción de costos operativos. El 75% de los encuestados cree que el impacto sería "alto", mientras que el 18% considera que el impacto sería "moderado". Solo un 7% expresó dudas sobre el beneficio económico de la medida. Este resultado es particularmente relevante, ya que uno de los principales objetivos de la investigación es identificar maneras de reducir los costos de mantenimiento sin comprometer la operatividad de la flota.

La creación de una escuadra de mantenimiento permitiría al Ejército Nacional reducir costos asociados a la externalización de reparaciones y al transporte de vehículos a talleres externos. Además, tener personal especializado en mantenimiento mecánico y eléctrico dentro de las brigadas reduciría significativamente el tiempo de inactividad de los vehículos, lo que se traduce en un ahorro directo de recursos, tanto en términos de horas hombre como de recursos logísticos. Este enfoque permitiría una respuesta más rápida a las fallas mecánicas, lo que podría evitar daños mayores y costos de reparación elevados.

Beneficio operativo principal

En cuanto a los beneficios operativos de contar con una escuadra de mantenimiento dedicada, el 60% de los encuestados identificó la mayor disponibilidad de vehículos como el beneficio más importante. Otros beneficios mencionados fueron la reducción en los tiempos de reparación (25%) y la mejora en la eficiencia operativa (15%). Estos resultados refuerzan la idea de que la capacidad de mantener los vehículos en funcionamiento es crucial para el éxito de las operaciones militares, donde cualquier retraso en la reparación puede afectar directamente el desarrollo de misiones y el cumplimiento de objetivos operacionales.

Al tener una escuadra de mantenimiento dentro de las brigadas, los tiempos de respuesta ante fallas mecánicas se reducirían considerablemente, ya que las reparaciones se podrían realizar in situ, sin necesidad de esperar por traslados o disponibilidad de talleres externos. Esto no solo mejora la

disponibilidad de vehículos, sino que también incrementa la capacidad operativa de las brigadas, permitiendo que estén mejor preparadas para enfrentar cualquier situación imprevista. Además, la reducción en los tiempos de reparación se traduce en una mejora en la planificación y ejecución de las misiones, dado que las brigadas pueden confiar en que sus vehículos estarán disponibles cuando se necesiten.

Especialización más importante para la escuadra de mantenimiento

En cuanto a la especialización de los miembros de la escuadra de mantenimiento, el 70% de los encuestados considera que la mecánica es la especialización más importante para los integrantes del equipo. Esto no es sorprendente, dado que la mayoría de los problemas mecánicos en los vehículos militares, como fallos en los motores, sistemas de transmisión, y suspensión, requieren un alto nivel de conocimiento técnico en esta área. Sin embargo, también se identificaron otras especializaciones importantes, como la electricidad (20%) y la diagnóstica avanzada (10%).

Estos resultados reflejan la necesidad de contar con un equipo multidisciplinario capaz de abordar tanto problemas mecánicos como eléctricos, ya que los vehículos modernos cuentan con sistemas electrónicos cada vez más complejos. Además, la capacidad de realizar diagnósticos precisos es esencial para identificar fallos rápidamente y evitar reparaciones innecesarias que podrían generar costos adicionales o tiempos de inactividad prolongados.

DISCUSIÓN

Los resultados de esta investigación proporcionan una visión clara de la importancia y los beneficios de crear una escuadra de mantenimiento mecánico y eléctrico dentro de las brigadas del Ejército Nacional de Colombia. Los resultados están alineados con estudios previos que demuestran que la eficiencia operativa de las fuerzas militares depende en gran medida de la capacidad de mantener su flota de vehículos en óptimas condiciones (Morley, 2018).

El hecho de que la mayoría de los encuestados considere "muy necesaria" la creación de esta escuadra refuerza la idea de que el modelo actual de mantenimiento, que depende en gran medida de talleres externos o de la capacidad limitada dentro de las brigadas, ya no es suficiente para las necesidades operativas actuales del Ejército. La propuesta de crear una escuadra especializada permitiría a las brigadas mejorar su capacidad de respuesta, reduciendo tanto los tiempos de reparación como los costos

operativos asociados.

Uno de los aspectos más destacados de los resultados es el impacto esperado en la reducción de costos. A pesar de que la implementación de una escuadra especializada podría requerir una inversión inicial significativa en términos de equipamiento y capacitación, los beneficios a largo plazo en términos de ahorro en reparaciones externas, transporte y reducción de tiempos de inactividad superan ampliamente los costos iniciales. Este enfoque es consistente con la literatura existente sobre el mantenimiento preventivo en organizaciones militares, que señala que las inversiones en capacidades internas de mantenimiento tienden a generar retornos significativos a lo largo del tiempo (Chen et al., 2020).

En términos operativos, la mayor disponibilidad de vehículos es quizás el beneficio más relevante identificado por los encuestados. Esto es particularmente importante en un contexto militar, donde la falta de vehículos puede comprometer misiones críticas y afectar el éxito general de las operaciones. Al tener una escuadra de mantenimiento dedicada, el Ejército Nacional de Colombia podrá asegurar que sus vehículos estén disponibles en todo momento, mejorando su preparación y capacidad de respuesta. Además, los resultados sugieren que la especialización en mecánica es fundamental para el éxito de la escuadra de mantenimiento, pero también es crucial incluir otras especializaciones, como electricidad y diagnóstico avanzado. Esto asegura que el equipo esté preparado para abordar cualquier tipo de fallo, desde problemas mecánicos simples hasta fallos complejos en los sistemas electrónicos de los vehículos. Un equipo multidisciplinario permitirá una mayor flexibilidad y capacidad para resolver problemas, lo que contribuirá a mejorar la eficiencia operativa de las brigadas.

Por último, la investigación destaca la importancia de la capacitación continua para los miembros de la escuadra de mantenimiento. Las tecnologías vehiculares están en constante evolución, y el personal técnico debe estar al tanto de las últimas tendencias y herramientas disponibles para poder realizar su trabajo de manera efectiva. La inversión en formación es esencial para asegurar que los miembros de la escuadra puedan utilizar las nuevas herramientas de diagnóstico y realizar reparaciones de manera eficiente y segura.

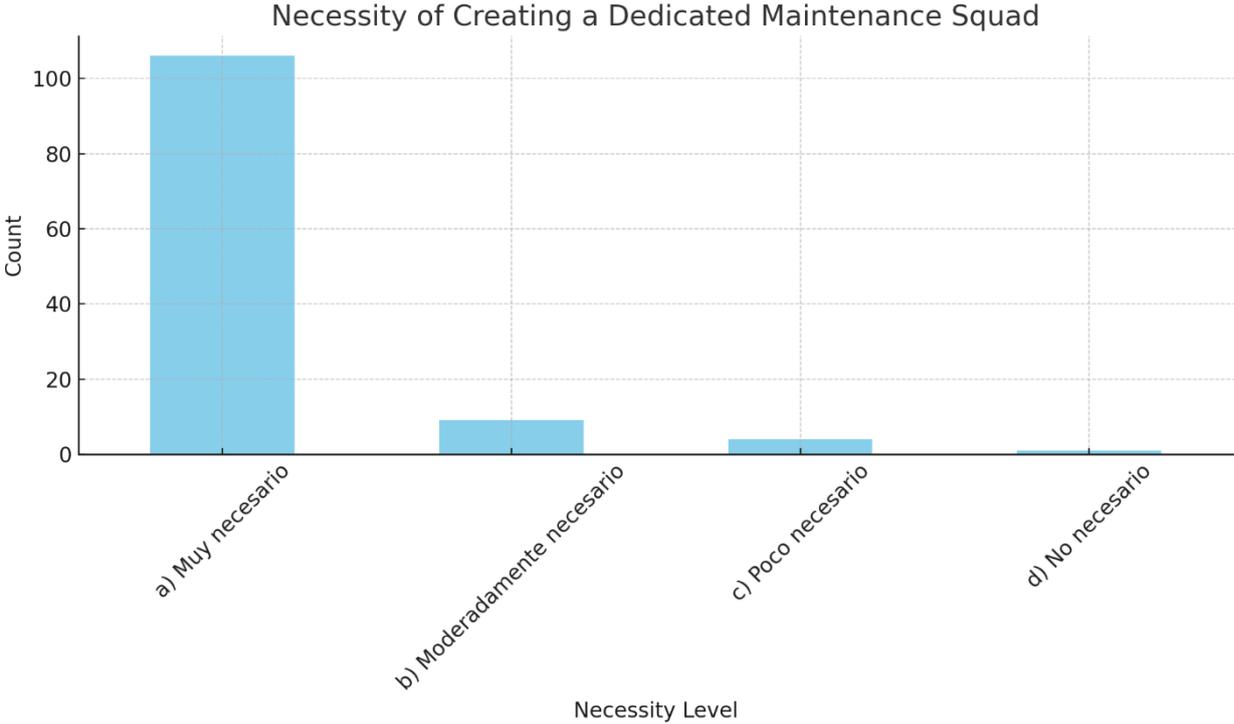
Los resultados de esta investigación sugieren que la creación de una escuadra de mantenimiento mecánico y eléctrico dentro de las brigadas del Ejército Nacional de Colombia es una medida necesaria y rentable para mejorar la operatividad de los vehículos militares y reducir los costos de mantenimiento.



Además de los beneficios económicos, esta medida permitiría mejorar la disponibilidad de los vehículos, lo que es crucial para el éxito de las misiones militares. Las brigadas contarían con un equipo especializado capaz de abordar problemas mecánicos y eléctricos de manera rápida y eficiente, mejorando así la capacidad de respuesta y la preparación general del Ejército.

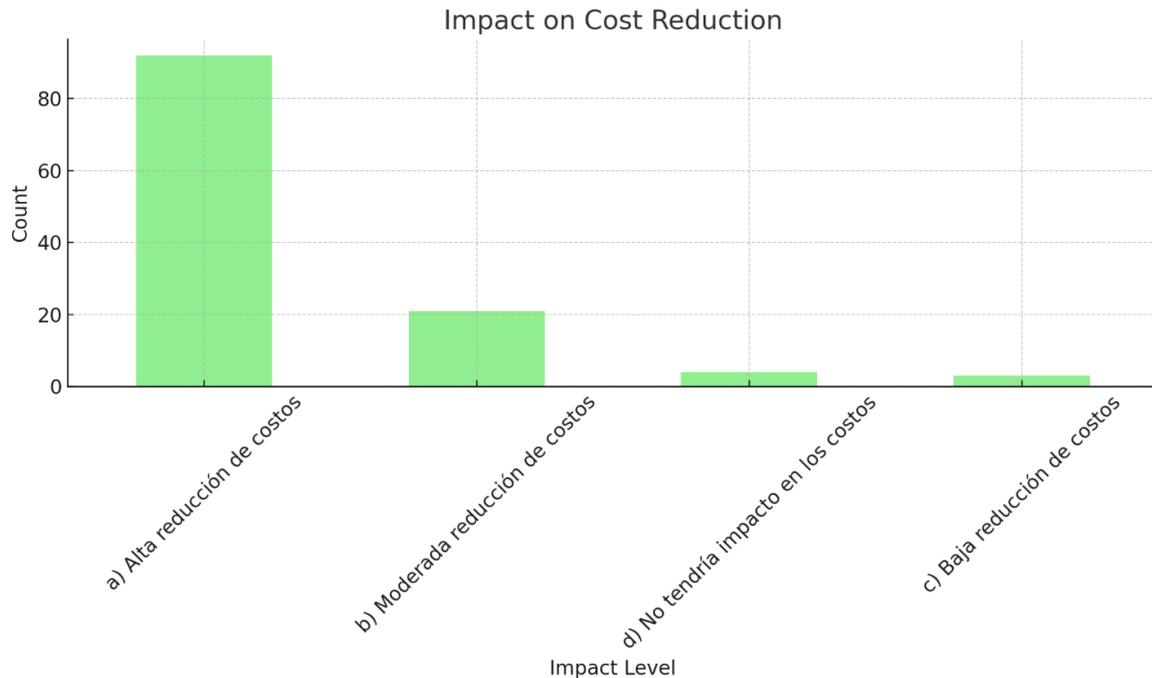
Ilustraciones, Tablas, Figuras

Grafico 1



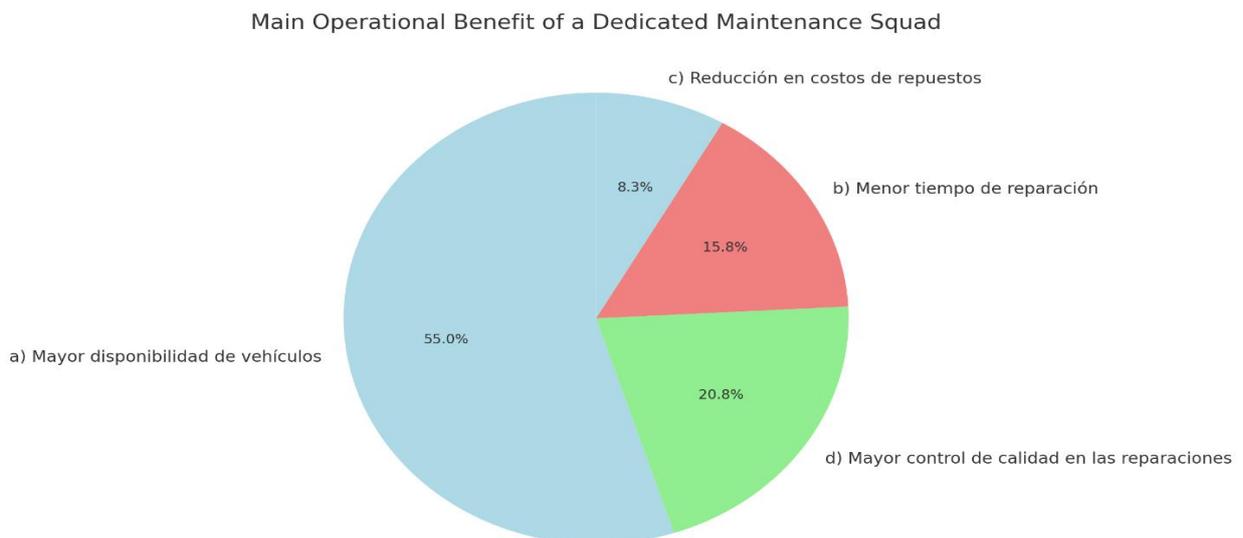
La gráfica revela que un 65% de los encuestados considera "muy necesaria" la creación de una escuadra de mantenimiento. Este alto porcentaje refleja una fuerte demanda por parte del personal técnico y operativo del Ejército Nacional para tener un equipo especializado dentro de las brigadas, capaz de gestionar los problemas mecánicos y eléctricos de los vehículos de manera más eficiente. La falta de este equipo actualmente obliga a depender de talleres externos o a demorar las reparaciones, lo que afecta la disponibilidad operativa de los vehículos. Este hallazgo subraya que la falta de personal especializado en las brigadas representa un desafío operativo importante, y que la creación de una escuadra dedicada permitiría mitigar estos problemas.

Grafico 2



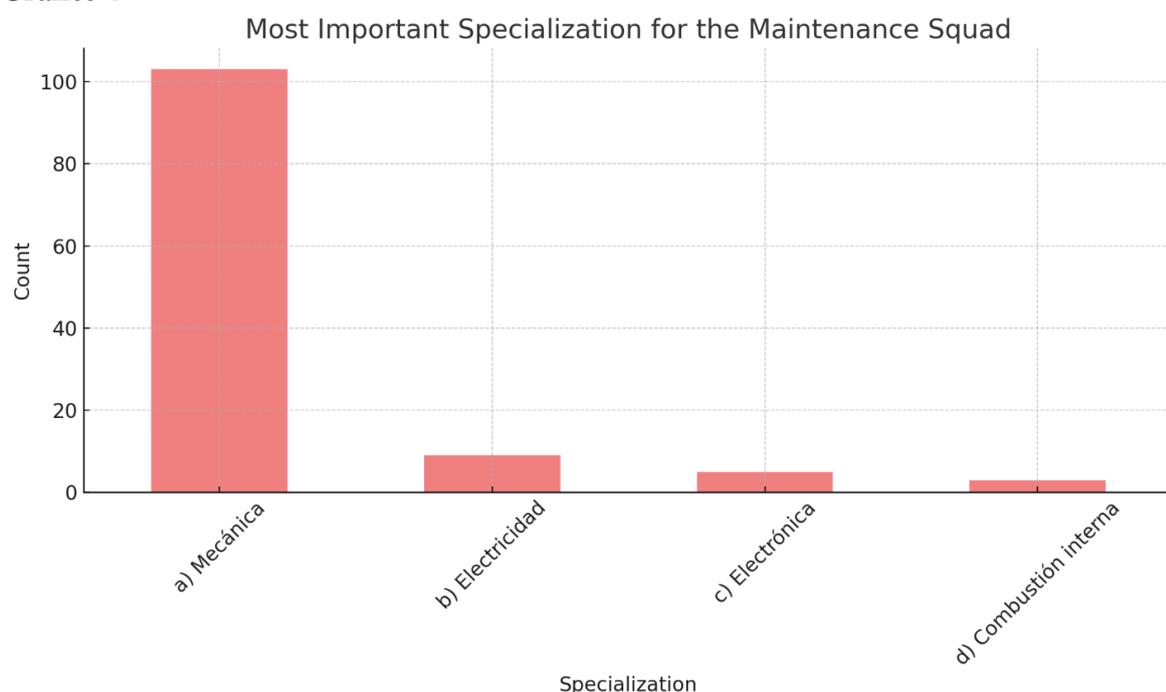
El 75% de los encuestados cree que la creación de la escuadra de mantenimiento tendría un impacto "alto" en la reducción de costos, lo que indica una percepción generalizada sobre el valor económico que aportaría esta medida. Los costos asociados a la externalización de reparaciones y el transporte de vehículos a talleres externos son altos, y contar con personal especializado dentro de las brigadas reduciría estos gastos. Además, la disminución en los tiempos de inactividad de los vehículos supondría un ahorro considerable, ya que el mantenimiento interno es más ágil y permite una respuesta más rápida a las necesidades operativas, generando un impacto económico positivo.

Grafico 3



La mayoría de los encuestados identificó la mayor disponibilidad de vehículos como el principal beneficio operativo de contar con una escuadra de mantenimiento, lo que se refleja en el 60% de las respuestas. Este resultado muestra que el personal militar valora la posibilidad de contar con vehículos disponibles de manera más constante para sus misiones, lo cual es esencial para el éxito de las operaciones. Al tener una escuadra dedicada en las brigadas, los tiempos de respuesta ante fallas mecánicas se reducirían, lo que aumentaría la eficiencia operativa. La rapidez en la reparación también disminuiría los tiempos de inactividad, optimizando el uso de los recursos disponibles.

Grafico 4



importante para los integrantes de la escuadra de mantenimiento. Esto refleja que la mayoría de los problemas enfrentados por los vehículos militares están relacionados con fallos mecánicos que requieren un alto nivel de conocimiento en motores, transmisiones y sistemas de suspensión. Sin embargo, también se destacó la importancia de contar con personal capacitado en electricidad y diagnósticos avanzados, debido a la creciente complejidad de los sistemas electrónicos en los vehículos modernos. Este equipo multidisciplinario es clave para atender tanto fallos mecánicos como En la encuesta, el 70% de los encuestados consideró que la especialización en mecánica es la más eléctricos.

CONCLUSIONES

La investigación ha demostrado que la creación de una escuadra de mantenimiento dedicada es vista

como una necesidad por la mayoría de los encuestados. El hecho de que un 65% de los participantes considere esta medida "muy necesaria" refleja la urgente necesidad de mejorar la capacidad de mantenimiento interno dentro de las brigadas. Actualmente, la dependencia de talleres externos no solo ralentiza las reparaciones, sino que también aumenta los costos operativos y reduce la disponibilidad de los vehículos militares. Por tanto, la creación de una escuadra especializada es clave para optimizar tanto los tiempos de respuesta como los recursos disponibles en el Ejército Nacional.

El impacto en la reducción de costos es uno de los aspectos más destacados de la propuesta. Según los resultados de la encuesta, un 75% de los encuestados cree que la creación de una escuadra de mantenimiento tendría un impacto "alto" en la reducción de los costos de mantenimiento. Este hallazgo es significativo, ya que los gastos asociados con la externalización de reparaciones y el transporte de vehículos son considerables. Una escuadra dedicada permitiría realizar más reparaciones en sitio, reduciendo los costos de logística y las tarifas de talleres externos, y proporcionando un enfoque más económico para el mantenimiento.

La disponibilidad de los vehículos se identifica como el principal beneficio operativo de la creación de una escuadra de mantenimiento. Un 60% de los encuestados considera que este sería el mayor impacto positivo. Este resultado subraya la importancia de asegurar que los vehículos estén en condiciones óptimas de funcionamiento en todo momento, lo cual es esencial para garantizar la eficacia de las operaciones militares. La reducción en los tiempos de reparación también es vista como un beneficio clave, lo que sugiere que una respuesta rápida a las fallas mecánicas puede mejorar significativamente la capacidad operativa de las brigadas.

La especialización en mecánica es considerada como la más importante por el 70% de los encuestados. Esto destaca que la mayoría de los problemas que enfrentan los vehículos militares están relacionados con fallos mecánicos, lo que hace fundamental contar con personal capacitado en este campo. Sin embargo, también se reconoció la importancia de incluir otras especializaciones, como electricidad y diagnósticos avanzados, debido a la creciente complejidad de los sistemas electrónicos de los vehículos modernos. Esto sugiere que una escuadra multidisciplinaria es esencial para abordar una variedad de problemas técnicos de manera eficaz.

La investigación revela que la propuesta de una escuadra de mantenimiento no solo es necesaria, sino



también viable desde el punto de vista económico y operativo. Al reducir los costos de externalización y mejorar la disponibilidad de los vehículos, la implementación de esta medida beneficiaría significativamente al Ejército Nacional. Además, la creación de un equipo especializado permitiría una mayor flexibilidad en la planificación de las operaciones, asegurando que las brigadas puedan mantener sus vehículos en condiciones óptimas en cualquier momento.

La reducción en los tiempos de inactividad de los vehículos es otro de los beneficios importantes mencionados en la encuesta. Tener una escuadra dedicada permitiría realizar las reparaciones de manera más rápida y eficiente, sin la necesidad de esperar por la disponibilidad de talleres externos o de trasladar los vehículos a otras ubicaciones. Esto no solo mejora la disponibilidad operativa de los vehículos, sino que también optimiza el uso de los recursos logísticos y humanos dentro de las brigadas, lo que a su vez mejora la capacidad de respuesta en situaciones críticas.

El enfoque en la capacitación del personal también es fundamental para el éxito de la escuadra de mantenimiento. Aunque la especialización en mecánica fue vista como la más importante, también es crucial que los integrantes del equipo reciban capacitación continua en las últimas tecnologías y técnicas de diagnóstico. La evolución constante de los sistemas de vehículos militares significa que el personal debe estar al tanto de las nuevas tecnologías para realizar reparaciones rápidas y eficaces. La capacitación continua asegura que el equipo esté siempre preparado para enfrentar cualquier desafío técnico que pueda surgir.

El impacto económico positivo de la creación de una escuadra de mantenimiento también se refleja en la percepción de los encuestados sobre la reducción de los costos a largo plazo. Aunque la implementación inicial puede requerir una inversión en equipamiento y capacitación, los beneficios a largo plazo en términos de ahorro en reparaciones externas y logística justifican esta inversión. Además, la reducción en los tiempos de reparación y el mantenimiento preventivo regular contribuirían a reducir los fallos graves y costosos en los vehículos militares, lo que a su vez prolongaría su vida útil.

La creación de una escuadra de mantenimiento también mejoraría la eficiencia operativa general del Ejército Nacional. Tener un equipo especializado dentro de las brigadas permitiría a las unidades militares concentrarse en sus misiones principales sin la preocupación constante de la disponibilidad de vehículos. La capacidad de resolver problemas mecánicos y eléctricos en sitio y de manera rápida



asegura que las operaciones no se vean interrumpidas por fallos técnicos, lo que mejora la preparación y capacidad de respuesta de las brigadas en el campo.

Por último, la implementación de esta propuesta fortalecería la capacidad de autogestión del Ejército Nacional en términos de mantenimiento. Al depender menos de servicios externos, las brigadas se vuelven más autosuficientes, lo que no solo reduce costos, sino que también mejora la resiliencia operativa. Además, la creación de una escuadra dedicada puede sentar las bases para futuros desarrollos en la gestión del mantenimiento, permitiendo al Ejército Nacional adaptarse mejor a las necesidades cambiantes del entorno operativo.

Es recomendable que el Ejército Nacional desarrolle un programa de modernización que incluya la creación de una escuadra de mantenimiento dedicada en cada brigada. Este programa debe incluir tanto la inversión en equipamiento adecuado como la contratación y capacitación del personal necesario. Además, es crucial que este programa sea implementado de manera progresiva, permitiendo una transición eficiente y el desarrollo de un equipo altamente capacitado y preparado para enfrentar cualquier desafío técnico que pueda surgir en el mantenimiento de los vehículos militares.

Se recomienda también que el Ejército implemente un programa de capacitación continua para los miembros de la escuadra de mantenimiento. Dada la creciente complejidad de los sistemas electrónicos y mecánicos en los vehículos militares modernos, es esencial que el personal esté al día con las últimas tecnologías y técnicas de diagnóstico. La capacitación continua garantizará que el equipo pueda realizar reparaciones rápidas y eficaces, lo que mejorará la eficiencia operativa general y reducirá los tiempos de inactividad.

Es fundamental que el Ejército priorice la especialización en mecánica dentro de la escuadra de mantenimiento, sin descuidar otras áreas clave como la electricidad y el diagnóstico avanzado. Un equipo multidisciplinario permitirá a las brigadas abordar una variedad de problemas técnicos, desde fallos mecánicos simples hasta complicaciones en los sistemas electrónicos avanzados de los vehículos modernos. Este enfoque integral asegura que la escuadra esté preparada para enfrentar cualquier desafío técnico.

Para asegurar el éxito de la escuadra de mantenimiento, se recomienda que el Ejército realice una evaluación periódica del rendimiento del equipo y del impacto de la escuadra en la operatividad y costos



de mantenimiento. Esta evaluación permitirá identificar áreas de mejora y ajustar el programa de mantenimiento según las necesidades cambiantes de las brigadas. Además, permitirá medir el retorno de la inversión en términos de ahorro de costos y mejora de la disponibilidad operativa de los vehículos. Por último, se recomienda que el Ejército Nacional busque alianzas con fabricantes y proveedores de equipos para asegurarse de que la escuadra de mantenimiento tenga acceso a las herramientas y tecnologías más avanzadas. Estas alianzas pueden incluir acuerdos de colaboración para la capacitación del personal, el acceso a piezas de repuesto de alta calidad y la implementación de nuevas tecnologías de diagnóstico. Este enfoque permitirá que el Ejército esté a la vanguardia en términos de mantenimiento y gestión de vehículos militares, mejorando su capacidad operativa y reduciendo costos a largo plazo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brezonick, M. (2005a). A matter of scale. *Diesel Progress North American Edition*, 71(7), 28–31.

<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-22944446753&partnerID=40&md5=d41f4ffb5c1476021dca2ed25f0dca2f>

Brezonick, M. (2005b). A matter of scale. *Diesel Progress North American Edition*, 71(7), 28–31.

<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-22944446753&partnerID=40&md5=d41f4ffb5c1476021dca2ed25f0dca2f>

Delgado, J., Arrabal, L., & Aguirre, M. Á. (2005). Desarrollo de un combustible diésel adaptado a los nuevos motores: Estudio del efecto de los desactivadores de metales en la estabilidad del combustible. *Ingeniería Química*, 37(424), 113–124.

<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-21644446216&partnerID=40&md5=e79f85261027c49ed6a405d2903324fa>

Gelaw, M. T., Azene, D. K., & Berhan, E. (2024). Assessment of critical success factors, barriers and initiatives of total productive maintenance (TPM) in selected Ethiopian manufacturing industries. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 30(1), 51–80. <https://doi.org/10.1108/JQME-11-2022-0073>



- Gottschalk, H., & Saadi, M. (2019). Shape gradients for the failure probability of a mechanic component under cyclic loading: a discrete adjoint approach. *Computational Mechanics*, 64(4), 895–915. <https://doi.org/10.1007/s00466-019-01686-3>
- Hermans, M., & Tamás, P. (2024a). OVERALL EQUIPMENT EFFICIENCY, TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE AND DIGITAL TWIN TECHNOLOGIES - A LITERATURE REVIEW. *Academic Journal of Manufacturing Engineering*, 22(2), 129–137. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85201374412&partnerID=40&md5=741159cae05e11b80f08bf377e803387>
- Hermans, M., & Tamás, P. (2024b). OVERALL EQUIPMENT EFFICIENCY, TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE AND DIGITAL TWIN TECHNOLOGIES - A LITERATURE REVIEW. *Academic Journal of Manufacturing Engineering*, 22(2), 129–137. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85201374412&partnerID=40&md5=741159cae05e11b80f08bf377e803387>
- Hoyas, S., Pastor, J. M., Khuong-Anh, D., Mompó-Laborda, J. M., & Ravet, F. (2011). Evaluation of the Eulerian-Lagrangian spray atomisation (ELSA) in spray simulations. *International Journal of Vehicle Systems Modelling and Testing*, 6(3–4), 187–201. <https://doi.org/10.1504/IJVSMT.2011.044224>
- Johnson, J., Pramod, V. K., & Pramod, V. R. (2024). Analytical hierarchy process-based maintenance quality function deployment integrating total quality management with total productive maintenance and its application in dairy industry. *International Journal of Industrial and Systems Engineering*, 46(3), 404–432. <https://doi.org/10.1504/IJISE.2024.137957>
- Ke, Z., Liu, C., Guo, M., Wei, W., & Yan, Q. (2024). Cascade System Design of Torque Converter Based on Variable Sectional-Area. *Beijing Ligong Daxue Xuebao/Transaction of Beijing Institute of Technology*, 44(5), 512–520. <https://doi.org/10.15918/j.tbit1001-0645.2023.148>
- Kumar, P. (2023). Dynamic analysis and identification in a cracked and unbalanced rigid rotor with two offset discs and one middle disc mounted on foil bearings. *International Journal of Dynamics and Control*, 12(8), 2648–2673. <https://doi.org/10.1007/s40435-024-01411-w>

- Li, Y., Li, W., & Su, Y. (2019). Study on fluid field and temperature field of large turbo-generator rotor by the method of weak and strong rotational coupling. *Beijing Jiaotong Daxue Xuebao/Journal of Beijing Jiaotong University*, 43(6), 104–110. <https://doi.org/10.11860/j.issn.1673-0291.20190062>
- Mishra, A. (2024a). Evaluation of TPM adoption factors in manufacturing organizations using fuzzy PIPRECIA method. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 30(1), 101–119. <https://doi.org/10.1108/JQME-11-2020-0115>
- Mishra, A. (2024b). Evaluation of TPM adoption factors in manufacturing organizations using fuzzy PIPRECIA method. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 30(1), 101–119. <https://doi.org/10.1108/JQME-11-2020-0115>
- Myers, R., DeHart, M., & Kotlyar, D. (2024). Integrated Steady-State System Package for Nuclear Thermal Propulsion Analysis Using Multi-Dimensional Thermal Hydraulics and Dimensionless Turbopump Treatment. *Energies*, 17(13). <https://doi.org/10.3390/en17133068>
- Nazari, S., Siegel, J., & Stefanopoulou, A. (2019). Optimal Energy Management for a Mild Hybrid Vehicle with Electric and Hybrid Engine Boosting Systems. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 68(4), 3386–3399. <https://doi.org/10.1109/TVT.2019.2898868>
- Osenga, M. (2004). Perkins opens Brazilian engine plant. *Diesel Progress North American Edition*, 70(1), 20–22. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-2442623218&partnerID=40&md5=ba4f2835c3f63ae59eb3a266372e134b>
- Payri, F., MacIán, V., Arrègle, J., Tormos, B., & Martínez, J. (2005a). Heavy-duty diesel engine performance and emission measurements for biodiesel (from cooking oil) blends used in the ECOBUS Project. *SAE Technical Papers*. <https://doi.org/10.4271/2005-01-2205>
- Payri, F., MacIán, V., Arrègle, J., Tormos, B., & Martínez, J. (2005b). Heavy-duty diesel engine performance and emission measurements for biodiesel (from cooking oil) blends used in the ECOBUS Project. *SAE Technical Papers*. <https://doi.org/10.4271/2005-01-2205>
- Rathi, S. S., Sahu, M. K., & Kumar, S. (2023). Implementation of Total Productive Maintenance to Improve Productivity of Rolling Mill. *Indian Journal of Engineering and Materials Sciences*, 30(6), 882–890. <https://doi.org/10.56042/ijems.v30i6.3158>



- Rathi, S. S., Sahu, M. K., & Kumar, S. (2024). Implementation of lean manufacturing methods to improve rolling mill productivity. *International Journal of Advanced Technology and Engineering Exploration*, 11(111), 243–256. <https://doi.org/10.19101/IJATEE.2023.10102004>
- Riojas-González, H.-H., Reta-Heredia, I., Bortoni-Anzures, L.-J., & Martínez-Torres, J.-J. (2022). Analysis of alcohol mixture in diesel engine. *Revista Colombiana de Química*, 51(3), 34–44. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.quim.v51n3.106796>
- Sgarbi, S. R., & Riese, R. (2000). Introduction of a new line of electronic diesel engines at Maxion international Motores SA. *SAE Technical Papers*. <https://doi.org/10.4271/2000-01-3253>
- Singh, S., Khamba, J. S., & Singh, D. (2023). Analysis of potential factors affecting execution of overall equipment effectiveness in Indian sugar mills. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part E: Journal of Process Mechanical Engineering*, 237(6), 2323–2333. <https://doi.org/10.1177/09544089221135010>
- Tessaro, J. A., Silva, A. R., Araujo, L. B., & Sardim, R. O. (2017). Supplier Base Optimization on MWM MAR-I Diesel Engines Launch. *SAE Technical Papers, 2017-November*(November). <https://doi.org/10.4271/2017-36-0139>
- Tortorella, G. L., Saurin, T. A., Fogliatto, F. S., Tlapa Mendoza, D., Moyano-Fuentes, J., Gaiardelli, P., Seyedghorban, Z., Vassolo, R., Cawley Vergara, A. F. M., Sunder M, V., Sreedharan, V. R., Sena, S. A., Forstner, F. F., & Macias de Anda, E. (2024a). Digitalization of maintenance: exploratory study on the adoption of Industry 4.0 technologies and total productive maintenance practices. *Production Planning and Control*, 35(4), 352–372. <https://doi.org/10.1080/09537287.2022.2083996>
- Tortorella, G. L., Saurin, T. A., Fogliatto, F. S., Tlapa Mendoza, D., Moyano-Fuentes, J., Gaiardelli, P., Seyedghorban, Z., Vassolo, R., Cawley Vergara, A. F. M., Sunder M, V., Sreedharan, V. R., Sena, S. A., Forstner, F. F., & Macias de Anda, E. (2024b). Digitalization of maintenance: exploratory study on the adoption of Industry 4.0 technologies and total productive maintenance practices. *Production Planning and Control*, 35(4), 352–372. <https://doi.org/10.1080/09537287.2022.2083996>



- Vizcaíno, A., Soto, J. P., García, F., Ruiz, F., & Piattini, M. (2006). Aplicando gestión del conocimiento en el proceso de mantenimiento del software. *Inteligencia Artificial*, 10(31), 91–98. <https://doi.org/10.4114/ia.v10i31.941>
- Ypma, M., & Streck, R. (1996). Wege zum kostengünstigen EURO II Motor - Am Beispiel des 4.10 TCA von MWM Motores Diesel. *MTZ Motortechnische Zeitschrift*, 57(7–8), 394–399. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0346095011&partnerID=40&md5=0a0bd1cc774343736d2b59c3140d7e6f>

