



**Análisis de la implementación de TICs 4.0 en la
toma de decisiones estratégicas para la
optimización de los procesos logísticos del Ejército
Nacional de Colombia**

Mayor (EJC) Javier Antonio Garzón Lancheros

Artículo para optar al título profesional:

Magister en Seguridad y Defensa Nacionales

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

2025

DATOS GENERALES

Nombre del estudiante	:	Mayor (EJC) Javier Antonio Garzón Lancheros
Identificación	:	1014178217
Programa académico	:	Maestría en Seguridad y Defensa Nacionales
Tutor metodológico	:	Slp. Omar Ferney Vanegas Rincón
Tutor temático	:	Coronel (Rva) Sergio Barrios Torres
Fecha de entrega	:	26 de agosto de 2025
Extensión	:	8.815 palabras

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD Y CESIÓN DE DERECHOS

El autor declara que este artículo fue escrito de acuerdo con la normatividad de la Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto” (ESDEG) y no existe ningún potencial conflicto de interés relacionado con este. Las posturas y aseveraciones presentadas son resultado de un ejercicio académico e investigativo que no representan la posición oficial ni institucional de la ESDEG, las Fuerzas Militares de Colombia o el Ministerio de Defensa Nacional.

Este artículo es enteramente mi propio trabajo y no ha sido presentado para la obtención de un título en esta u otra Institución de Educación Superior. Se han referenciado todos los trabajos y puntos de vista de otros autores, así como los datos de otras fuentes utilizadas. No se emplearon herramientas de generación de contenido por Inteligencia Artificial para su elaboración.

El autor acepta ceder los derechos de publicación en favor de la ESDEG y su Sello Editorial de acuerdo con los términos de la licencia Creative Commons: Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas.

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

El autor autoriza que este artículo sea publicado por el Sello Editorial ESDEG en su repositorio institucional y esté disponible bajo una modalidad de acceso abierto.

Análisis de tecnologías de información 4.0 en decisiones para optimizar la logística del Ejército Nacional

Javier Antonio Garzón Lancheros

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Resumen: La logística del Ejército Nacional de Colombia presenta rezagos en la adopción de tecnologías 4.0, afectando la eficiencia y trazabilidad en los procesos de almacenamiento. Mediante una metodología cualitativa-descriptiva, se identificaron deficiencias en el uso de radiofrecuencia, códigos de barras, automatización de descargue y gestión digital de inventarios. Los hallazgos evidencian discrepancias entre los registros contables y la realidad física, así como malas prácticas logísticas, especialmente en municiones y elementos de dotación. Los resultados indican que la ausencia de tecnologías como RFID, blockchain, sensores IoT o gemelos digitales limita la toma de decisiones estratégicas logísticas. Se concluye que la transformación digital es urgente para alinear la logística militar con estándares operacionales modernos. Quedan abiertas líneas de investigación sobre interoperabilidad de sistemas, ciberseguridad logística y capacitación del talento humano frente a tecnologías emergentes en entornos tácticos y estratégicos.

Palabras clave: Almacenamiento, Automatización, Decisión, Logística, Militares, Tecnología.

Analysis of information technology 4.0 in decisions to optimize the logistics of the National Army

Javier Antonio Garzón Lancheros

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Abstract: The Colombian National Army's logistics system is lagging in the adoption of IoT (Internet of Things) technologies, affecting efficiency and traceability in storage processes. Using a qualitative-descriptive methodology, deficiencies were identified in the use of radio frequency (RF), barcodes, unloading automation, and digital inventory management. The findings reveal discrepancies between accounting records and physical reality, as well as poor logistics practices, especially in ammunition and equipment. The results indicate that the absence of technologies such as RFID, blockchain, IoT sensors, or digital twins limits strategic logistics decision-making. It is concluded that digital transformation is urgently needed to align military logistics with modern operational standards. Further research remains on systems interoperability, logistics cybersecurity, and human talent training in the face of emerging technologies in tactical and strategic environments.

Keywords: Automation, Decision, Military, Logistics, Storage, Technology

* Coronel del Ejército Nacional de Colombia. Candidato a magíster en estrategia y geopolítica, Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”, Colombia. Profesional en Ciencias Militares, Escuela Militar de Cadetes “General José María Córdova”, Colombia. <https://orcid.org/0009-0002-7839-3046>- Contacto: javier.garzon@esdeg.edu.co.

Introducción

La Cuarta Revolución Industrial ha generado una transformación estructural en los sectores estratégicos del Estado, y el ámbito de la defensa nacional no es ajeno a esta dinámica (Montes, 2023). En este nuevo entorno, caracterizado por la aceleración tecnológica y la exigencia de decisiones en tiempo real, el Ejército Nacional de Colombia se ve llamado a asumir un papel protagónico en la adopción de Tecnologías de la Información y la Comunicación 4.0 (TICs 4.0), no solo como mecanismo de modernización institucional, sino como herramienta clave para garantizar superioridad logística, eficiencia operativa, trazabilidad de procesos y capacidad anticipativa en el cumplimiento de la misión constitucional. La implementación efectiva de estas tecnologías emergentes resulta crucial para asegurar que la Fuerza mantenga su relevancia, adaptabilidad y capacidad de respuesta en entornos cada vez más complejos y digitalizados (Joyanes, 2017).

A nivel global, diversas fuerzas militares han iniciado procesos de transformación digital para adaptar sus capacidades a entornos operacionales complejos y altamente cambiantes. Sin embargo, en el contexto latinoamericano, y particularmente en Colombia, el análisis académico sobre la relación entre TICs 4.0 y la optimización de la logística militar es aún incipiente (Siancas, 2021). Este vacío es relevante, ya que el sector defensa colombiano enfrenta desafíos estructurales como el rezago tecnológico, limitaciones presupuestales y deficiencias en la formación del talento humano que requieren una comprensión más profunda desde la perspectiva de la innovación y la gestión estratégica del conocimiento (Díaz & Rodríguez, 2020; Ministerio de Defensa Nacional, 2016).

Así, surge una necesidad investigativa urgente: ¿cómo puede la incorporación efectiva de tecnologías emergentes fortalecer la toma de decisiones estratégicas dentro de los procesos logísticos del Ejército Nacional? Este trabajo parte de la premisa de que la logística moderna no puede entenderse como un conjunto de tareas operativas aisladas, sino como un sistema integral que debe adaptarse a las dinámicas del entorno digital y conectarse directamente con los objetivos estratégicos institucionales.

El propósito de esta investigación es analizar cómo la implementación de TICs 4.0 puede optimizar los procesos logísticos del Ejército Nacional, particularmente en su dimensión de apoyo a la toma de decisiones estratégicas, buscando aportar al escaso conocimiento que se tiene sobre la transformación digital en la defensa, examinando sus capacidades y limitaciones desde una perspectiva práctica, apoyándose en un marco teórico que conecta la logística militar con las tecnologías 4.0 y los modelos de planeamiento estratégico.

Esta investigación utiliza una metodología mixta, combinando un análisis documental cualitativo con encuestas dirigidas al personal logístico del Ejército, lo que permite contrastar datos objetivos con las percepciones del personal, identificando tanto las brechas como las oportunidades reales de implementación, estos hallazgos identifican los desafíos institucionales y ofrecen recomendaciones estratégicas para fortalecer la modernización logística, convirtiéndose en una herramienta útil para los tomadores de decisiones dentro de la fuerza, concluyendo que la modernización tecnológica no es un lujo, sino una necesidad para garantizar la superioridad operativa y el cumplimiento de la misión.

Metodología

La investigación adopta un enfoque metodológico cualitativo descriptivo, de carácter exploratorio, descriptivo y aplicado, con el fin de analizar cómo se están integrando las tecnologías emergentes de la Industria 4.0 en el sistema logístico del Ejército Nacional de Colombia, así como su incidencia directa sobre los procesos de toma de decisiones estratégicas, esta aproximación metodológica se sustenta en una visión práctica y contextualizada, que considera las condiciones reales de operación de la Fuerza, donde la transformación digital avanza a ritmos diferenciados y enfrenta desafíos estructurales complejos como el rezago tecnológico, las limitaciones presupuestales y la resistencia institucional al cambio.

Desde la perspectiva cualitativa, se desarrollará una revisión documental exhaustiva de fuentes normativas, doctrinales y académicas. Se incluyen documentos clave como el Decreto 1499 de 2017, la Directiva Permanente 0015 de 2016 del Ministerio de Defensa Nacional, el CONPES 3975 de 2019, así como manuales logísticos institucionales (EJC 4-20, EJC 4-40) y literatura científica sobre logística militar y transformación digital, lo que permitirá construir un marco teórico-conceptual sólido, identificar criterios de análisis relevantes y caracterizar el entorno normativo que enmarca la adopción de TICs 4.0 en el sector defensa colombiano.

En cuanto al componente cuantitativo, se diseñará una encuesta estructurada, compuesta por preguntas cerradas, orientadas a recopilar información sobre el nivel de conocimiento, uso e implementación de herramientas tecnológicas como sensores inteligentes, RFID, sistemas de identificación automática, plataformas interconectadas y software analítico. Este instrumento será aplicado a oficiales, suboficiales y personal administrativo con funciones logísticas específicas en áreas de almacenamiento, planeación, mantenimiento o distribución.

El tipo de muestreo empleado será intencional no probabilístico, dado que los participantes serán seleccionados en función de su experiencia directa en procesos logísticos del Ejército Nacional, en unidades tanto tácticas como estratégicas, con una muestra estimada de entre 50 y 80 personas, distribuidas en diferentes regiones y niveles de responsabilidad, lo cual

permitirá captar una visión representativa de las capacidades institucionales y las brechas existentes en materia de digitalización logística.

Para el procesamiento de los resultados se utilizarán técnicas de análisis cualitativo descriptivo, que serán organizados mediante análisis de contenido temático, estableciendo categorías como ventajas operativas, barreras institucionales, madurez tecnológica y cultura organizacional, los cuales serán analizados a través de estadística descriptiva (frecuencias y promedios), utilizando herramientas como Excel, a su vez, se emplearán matrices de brechas tecnológicas, y mapas de calor para verificar su impacto en una posible implementación.

Diagnóstico del uso de las Tics 4.0 en los procesos logísticos del Ejército Nacional de Colombia.

La red logística del Ejército Nacional de Colombia puede comprenderse a través del acrónimo AMPLIASTE, que sintetiza los principales componentes funcionales de la cadena de suministro militar: Adquisición, Mantenimiento, Producción, Logística inversa, Almacenamiento, Sanidad en campaña, Transporte y Entrega. Este enfoque permite visualizar la operación logística como una red de valor interdependiente, donde la incorporación efectiva de Tecnologías de la Información y la Comunicación 4.0 (TICs 4.0) actúa como el “latido digital” o heartbeat que sincroniza los procesos, conecta los datos y garantiza la trazabilidad, eficiencia y anticipación estratégica en todos los niveles.

Doctrinalmente, los manuales logísticos como el EJC 4-20 (Gestión Logística Integral) y el EJC 4-40 (Sistema de Almacenamiento y Distribución Logística) resaltan la importancia de la trazabilidad, el control de inventarios en tiempo real y la necesidad de automatizar procedimientos críticos para reducir errores humanos y mejorar la eficiencia. Asimismo, la Directiva Permanente 0015 de 2016 del Ministerio de Defensa Nacional impulsa explícitamente la transformación digital como eje estratégico para la eficiencia y transparencia institucional, lineamiento que aplica transversalmente a cada componente del acrónimo AMPLIASTE.

Adicionalmente, se han identificado los siguientes problemas tecnológicos transversales que limitan la efectividad operativa de toda la red logística militar:

1. Ausencia de un sistema tecnológico y procedimiento doctrinal estandarizado para la identificación de bienes al ingreso a los almacenes: Actualmente no existe un dispositivo ni plataforma institucional que permita la identificación automática de los bienes adquiridos o producidos, desde su origen en la cadena de abastecimiento. El proceso carece de trazadores digitales como códigos QR, RFID o serialización electrónica que permitan registrar origen, tipo, lote, fecha y destino previsto del material en el momento de su incorporación al sistema logístico, contradiciendo los principios de trazabilidad establecidos en el EJC 4-20.

2. Falta de equipos tecnológicos y lineamientos doctrinales que garanticen un registro automatizado de la salida de bienes de los almacenes: La información de salida queda exclusivamente en manos del criterio del almacenista, quien debe ingresarla manualmente en el sistema SAP o sus derivados, generando riesgos de error humano, inconsistencias contables y ausencia de verificación cruzada entre sistemas físicos y digitales. No hay mecanismos de escaneo, firma electrónica militar o confirmación digital del receptor final que aseguren transparencia y oportunidad del dato.
3. Incapacidad tecnológica para consolidar mensualmente, de forma automática y diferenciada por tipo de bien, las entregas realizadas a las unidades usuarias: Al finalizar cada periodo logístico, no se dispone de una plataforma que genere reportes inteligentes o cuadros de control segmentados por categoría de recurso (armamento, intendencia, comunicaciones, ingenieros, transporte, etc.). La falta de dashboards automatizados, etiquetas inteligentes o flujos interconectados impide al sistema logístico central (DIMIL o JEMAE) conocer en tiempo real qué se entregó, a quién, en qué cantidad, en qué estado y con qué frecuencia, dificultando el planeamiento estratégico y la auditoría interna.

Para fortalecer el análisis, se propone la siguiente matriz diagnóstica basada en el modelo AMPLIASTE:

Tabla 1 Tecnologías aplicadas a los procesos Logísticos

Componente	Estado actual	Impacto	Tecnología 4.0 sugerida	Normativa relacionada
Adquisición	Procesos manuales, sin trazabilidad	Planeación ineficiente, baja transparencia	Blockchain, contratos inteligentes	Decreto 1499, EJC 4-20
Mantenimiento	Reportes tardíos, sin sensores predictivos	Fallas recurrentes, altos costos	IoT, gemelos digitales	EJC 4-20, 4-40
Producción	Ausente en algunas unidades	Sobrestock o desabastecimiento	ERP logístico militar	Directiva 0015 (2016)
Logística inversa	Sin trazabilidad de retornos	Acumulación de residuos, costos	RFID, GPS, software circular	EJC 4-40

Almacenamiento	Registros manuales, errores frecuentes	Riesgo en abastecimiento	RFID, códigos QR, escáneres móviles	EJC 4-40
Sanidad campaña	en Sin digitalización de insumos	Baja reacción médica operativa	Telemedicina, blockchain médico	EJC 4-20
Transporte	Rutas no optimizadas, sin monitoreo	Retrasos, pérdida de eficiencia	Sistemas de ruteo con IA, GPS militar	Manual Transporte Táctico
Entrega	Validación manual, sin confirmación digital	Pérdida de control final	Firma electrónica, apps móviles	Directiva 0015

Fuente: El autor

Este diagnóstico, articulado bajo el enfoque AMPLIASTE, refuerza la necesidad de entender a las TICs 4.0 como el sistema cardiovascular que conecta y mantiene viva toda la red de valor logística del Ejército Nacional. Su ausencia o implementación parcial genera fragmentación, vulnerabilidad, y retrasa los procesos de modernización institucional necesarios para responder a los desafíos del entorno operacional contemporáneo. Una red logística moderna y sincronizada depende de un latido digital constante y confiable, donde cada proceso pueda ser medido, anticipado y auditado con base en información precisa, oportuna y segura.

Es por esto que en este complejo panorama actual, los procesos logísticos que se desarrollan en el ámbito militar enfrentan desafíos crecientes, dada toda la evolución de la revolución industrial 4.0, porque impacta directamente la administración de la cadena de suministro hasta la optimización de recursos en todas las operaciones militares. Para hacer frente a estas demandas, la integración de tecnologías avanzadas ha dejado de ser una mera opción para convertirse en una necesidad en el Ejército Nacional. Es en este contexto que las innovaciones de la Industria 4.0 se perfilan como elementos transformadores, capaces de fortalecer la eficiencia y la capacidad de adaptación de los procesos logísticos.

Con el fin de conocer como es el inicio de estos conceptos y con el objetivo de ver la necesidad de la modernización en los procesos logísticos, se diseñó una fuente de información primaria determinada en la siguiente encuesta. Esta herramienta permitirá

evaluar el estado actual de si se conocen estas tecnologías, si se están adoptando y utilizando, y así recopilar las percepciones y vivencias directas de quienes operan diariamente en el corazón de la logística militar.

Cada pregunta ha sido cuidadosamente elaborada para explorar distintas facetas clave, como la familiaridad con estas herramientas digitales, hasta la experiencia práctica en su aplicación en los procesos logísticos, así como el conocer la visión sobre la integración de estas tecnologías en áreas vitales como el mantenimiento, el almacenamiento y la distribución, así como la viabilidad de implementar sistemas interconectados en el entorno operativo militar, y así identificar fortalezas, o reconocer las áreas que demandan mejora y poder formular estrategias concretas para impulsar la transformación digital en la cadena logística del Ejército Nacional de Colombia.

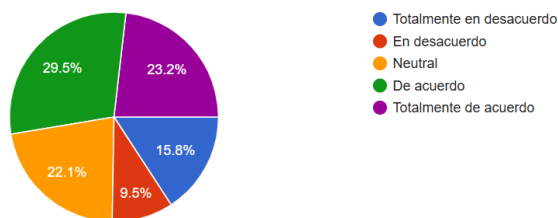
A continuación, se describe cada pregunta, junto con los resultados obtenidos, con el objetivo de realizar un diagnóstico que cumpla con lo previamente expuesto.

1 pregunta:

¿Conozco las funciones básicas de tecnologías como RFID, sensores IoT, software de trazabilidad o inteligencia artificial aplicadas a logística?

Esta pregunta busca evaluar el nivel de conocimiento teórico sobre las tecnologías 4.0 aplicadas a la logística y así conocer si el personal del arma logística está familiarizado con los conceptos básicos de estas herramientas, ya que el desconocimiento puede ser una barrera significativa para su adopción e implementación y no evidenciar el potencial que poseen.

Gráfico 1 Resultados de Encuesta Primera Pregunta



Fuente: El autor

El 52.7% del personal militar del arma logística contesta que está de acuerdo o totalmente de acuerdo en conocer las funciones básicas de tecnologías actuales, esto sugiere que más de la mitad del personal tiene una comprensión aceptable de las tecnologías 4.0. Sin embargo, el porcentaje restante indica que una parte significativa del personal carece de este

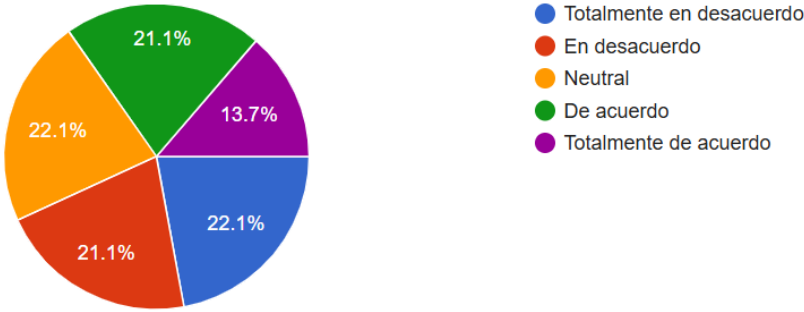
conocimiento fundamental, lo que determina que, para una implementación efectiva, se necesitarían programas de capacitación para cerrar esta brecha de conocimiento.

2 pregunta:

¿En las unidades logísticas donde he laborado, realicé uso regular de herramientas tecnológicas para el control de inventarios?

Esta pregunta evalúa la experiencia práctica con las tecnologías actuales en un contexto logístico, esto es porque no es suficiente conocer la teoría; la experiencia en el uso real de herramientas como lectores RFID (Identificación por radiofrecuencia) o sistemas WMS (Sistema de gestión de almacenes) automatizados es crucial para entender los desafíos y beneficios de usar estas tecnologías, así se puede identificar si existe una brecha entre el conocimiento y la aplicación.

Gráfico 2 Resultados de Encuesta Segunda Pregunta



Fuente: El autor

Los resultados muestran que dentro de Ejército un 34.8% del personal han tenido experiencias positivas dado que el sistema de almacenes llamado SAP es uno de los más usados, sin embargo, más del 60% no ha tenido un uso regular de estas herramientas y aunque han tenido acercamiento a esta aplicación práctica en sus lugares de trabajo no es tan profunda y solo conocen el sistema SAP mas no otro tipo de tecnología.

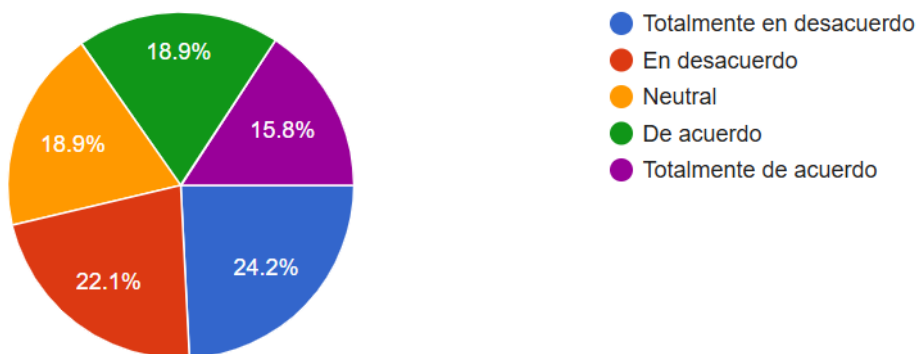
3 pregunta:

¿La trazabilidad de bienes logísticos, en almacenes, producción y en servicio, se realiza actualmente con medios digitales?

Esta pregunta indaga sobre el estado actual de la trazabilidad, un pilar fundamental en los procesos logísticos militares porque establece una directriz de transparencia y seguimiento

en las operaciones de la logística, actualmente la trazabilidad digital usa códigos QR, blockchain, sensores IoT, actualización que es esencial para la visibilidad en tiempo real y la optimización de cadenas de suministro, al responder esta pregunta se puede conocer si ya se utilizan estos medios en las actividades militares y también permite identificar el nivel de madurez digital en los procesos de trazabilidad.

Gráfico 3 Resultados de Encuesta Tercera Pregunta



Fuente: El autor

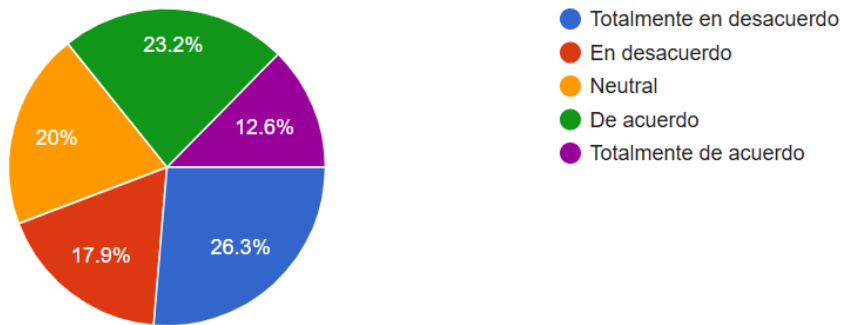
Un 34.7% afirma que la trazabilidad se debe realizar con medios digitales y que, si se tiene una confiabilidad de esta información, pero más de la mitad del personal no experimenta la trazabilidad digital en sus operaciones, situación que resalta una deficiencia importante en la adopción de tecnologías para la trazabilidad, lo que puede llevar a ineficiencias y falta de visibilidad en la cadena logística sin contar en la fiabilidad de las actividades militares.

4 pregunta:

¿Las tecnologías 4.0 han sido integradas a procesos logísticos como mantenimiento, almacenamiento, entrega, etc.?

Esta pregunta busca determinar el grado de integración de las tecnologías 4.0 en diversas áreas de los procesos logísticos del Ejército Nacional no solo aplicados a los inventarios, sino también en abastecimiento, mantenimiento, producción, logística inversa, almacenamiento, transporte y entrega, esto sería sumamente importante y decisivo en la adopción de estas tecnologías en la logística militar.

Gráfico 4 Resultados de Encuesta Cuarta Pregunta



Fuente: El autor

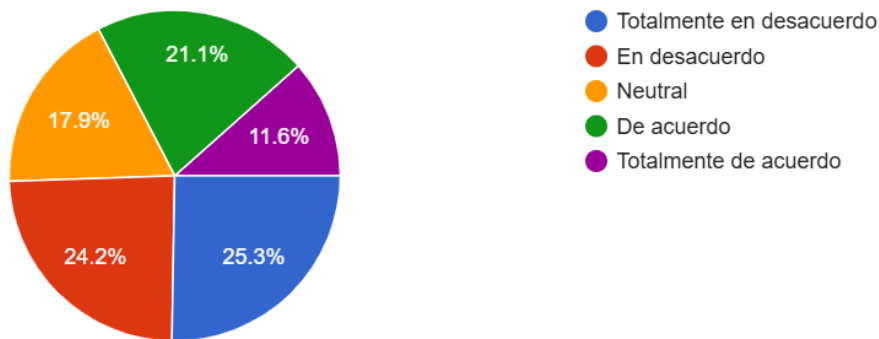
Solo el 35.8% responden que si conocen algunas tecnologías a otros procesos logísticos militares lo que indica que la integración de tecnologías 4.0 en la totalidad de los procesos logísticos es casi nula por no decir limitada, con una proporción significativa de unidades que aún no las han adoptado.

5 pregunta:

¿El sistema de gestión logística utilizado es automatizado e integrado con tecnologías 4.0?

Esta pregunta se centra en saber si los sistemas de gestión logística existentes en Ejército Nacional son automatizados o tienen integración con tecnologías 4.0 para una gestión eficiente y optimizada, lo que permitiría entender si las bases tecnológicas para la logística 4.0 están presentes en las operaciones logísticas o no.

Gráfico 5 Resultados de Encuesta Quinta Pregunta



Fuente: El autor

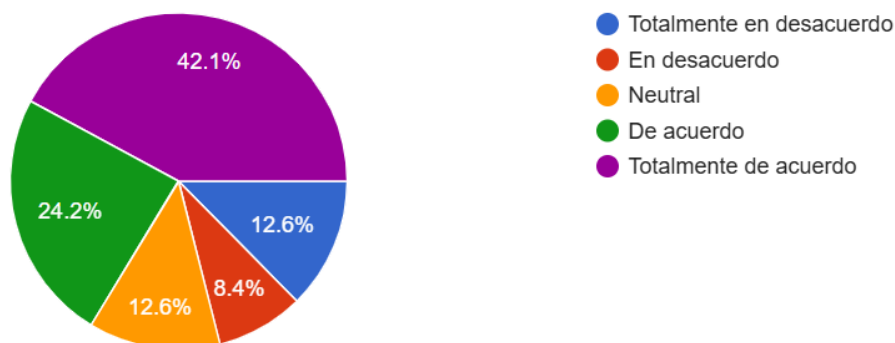
Solo el 32.7% del personal militar logístico cree que su sistema de gestión logística es automatizado, pero no integrado con tecnologías 4.0, pero en contraste más de la mitad reporta una falta de automatización e integración con tecnologías 4.0 en sus sistemas de gestión, esto indica una brecha significativa en la modernización de los sistemas de gestión logística.

6 pregunta:

¿Las tecnologías emergentes son útiles para optimizar los procesos logísticos militares?

Esta pregunta explora la percepción de utilidad de las tecnologías emergentes específicamente en el contexto de la logística militar, puesto que el objetivo de este estudio es determinar si es viable o no la aceptación y el reconocimiento del valor de estas tecnologías en el ámbito militar.

Gráfico 6 Resultados de Encuesta Sexta Pregunta



Fuente: El autor

Las respuestas de esta pregunta indican que en un 66.3% están de acuerdo de que las tecnologías emergentes son útiles para optimizar los procesos logísticos militares, esto demuestra una fuerte creencia en el potencial de estas tecnologías en el ámbito militar.

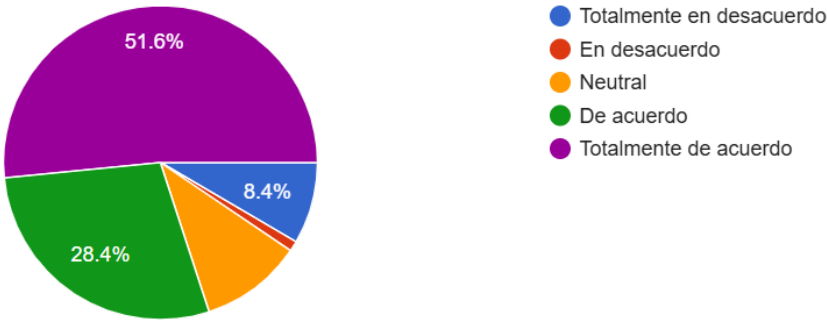
7 pregunta:

¿Sería viable implementar sensores o plataformas interconectadas en las operaciones logísticas?

Esta pregunta evalúa la percepción de viabilidad de la implementación de tecnologías de interconexión como sensores, plataformas interconectadas, etc., en las operaciones logísticas,

esto no solo se refiere a la capacidad técnica, sino también a la percepción de los usuarios sobre la factibilidad de su integración en el entorno de los procesos logísticos militares.

Gráfico 7 Resultados de Encuesta Séptima Pregunta



Fuente: El autor

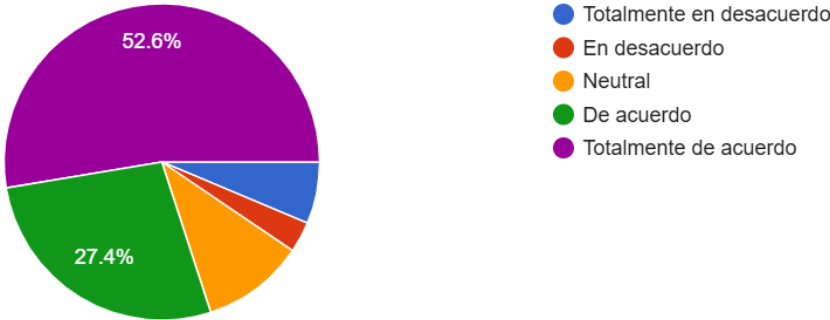
Los resultados de esta pregunta arrojan un 80% del personal militar que piensa en la viabilidad de implementar tecnologías 4.0, esto indica que existe un alto nivel de confianza y optimismo respecto a la posibilidad de implementar estas tecnologías en el ámbito logístico militar.

8 pregunta:

¿Existen procesos logísticos que mejorarían si contaran con herramientas digitales adecuadas?

Esta pregunta busca identificar si el personal militar logístico puede evidenciar áreas específicas de mejora en los procesos logísticos actuales a través de la implementación de herramientas digitales, esto es sumamente importante para identificar en que procesos la implementación de las soluciones tecnológicas actuales tendrían el mayor impacto.

Gráfico 8 Resultados de Encuesta Octava Pregunta



Fuente: El autor

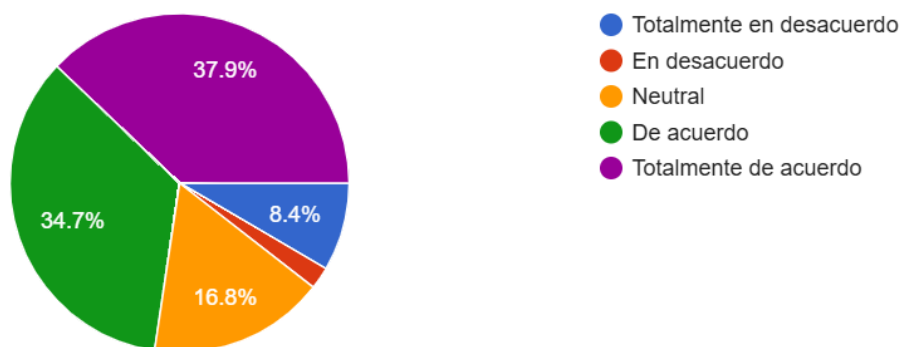
Un 80% están de acuerdo en que los procesos logísticos mejorarían con herramientas digitales adecuadas, lo que indica que si reconocen desde su gestión las deficiencias actuales y dan razón del potencial de las tecnologías 4.0 actuales para subsanarlas.

9 pregunta:

¿El entorno operativo de las unidades logísticas permitiría el uso de tecnologías como blockchain, RFID o sensores IoT, dashboards digitales?

Esta pregunta es vital para evaluar la compatibilidad del entorno operativo militar con las tecnologías 4.0., para poder evaluar la infraestructura física, las condiciones de trabajo y la cultura organizacional, dado que se deben tener en cuenta todas las aristas, desde el entorno donde se van a implementar las tecnología dado que en ocasiones la planeación estratégica de la institución, o las costumbres o el espacio geográfico pueden ser una barreras importantes, incluso si existe el conocimiento y la voluntad.

Gráfico 9 Resultados de Encuesta Novena Pregunta



Fuente: El autor

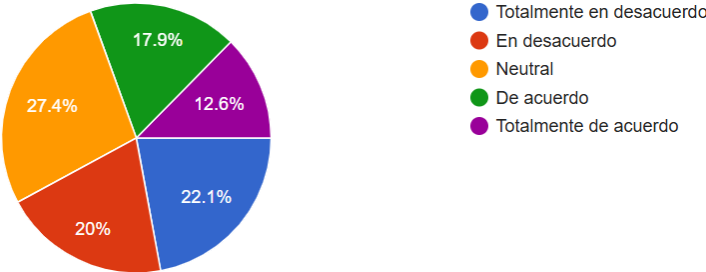
Los resultados de esta pregunta muestran un fuerte optimismo sobre la capacidad del entorno operativo militar dado que el 72.6% indica que el entorno en donde se desarrollan las actividades logísticas del Ejército Nacional permitiría el uso de estas tecnologías lo que indica que la implementación se daría de manera positiva.

10 pregunta:

¿La unidad en la que presto servicio ha evaluado o implementado soluciones de automatización logística?

Esta pregunta se centra en evaluar si en las unidades logísticas se han tomado iniciativas de implementación de soluciones de automatización y así saber si se ha generado interés por el tema en estas unidades.

Gráfico 10 Resultados de Encuesta Decima Pregunta



Fuente: El autor

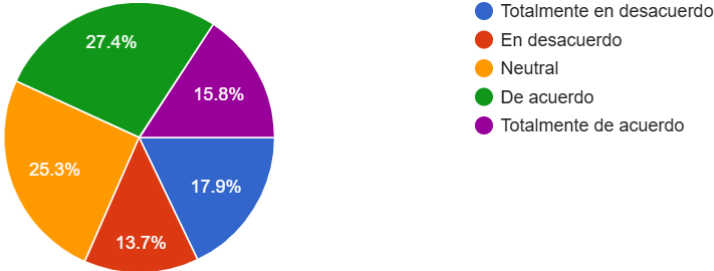
Los resultados muestran que un 42.1% de unidades, aunque conocen la necesidad de implementar estas soluciones no lo han hecho por lo tanto no es un tema generalizado dado que en el restante ni siquiera lo han tenido presente.

11 pregunta:

¿Los sistemas digitales que se usan en mi unidad permiten visualizar indicadores logísticos en tiempo real?

La medición y control de los procesos es fundamental en los procesos logísticos para la identificación de acciones de mejora, preventivas y correctivas, por tal razón la visualización de indicadores en tiempo real mediante tableros de control o sistemas de información es un componente clave para la toma de decisiones ágil y proactiva y con esta pregunta se buscar evaluar la capacidad actual de los sistemas para proporcionar esta información crítica en los procesos logísticos militares.

Gráfico 11 Resultados de Encuesta decima primera Pregunta



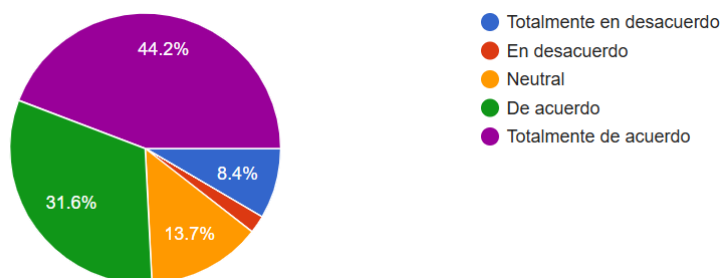
Fuente: El autor

El 43.2% del personal está de acuerdo con la importancia de la visualización de indicadores en tiempo real, sumando un 43.2%. pero no tiene esta capacidad en los procesos logísticos que manejan, esto sugiere que, si bien algunos tienen acceso a datos en tiempo real, todavía hay una necesidad de mejorar la visibilidad de los indicadores logísticos en muchas unidades.
12 pregunta:

¿Considero que la inteligencia artificial puede apoyar la toma de decisiones logísticas en operaciones militares?

En la actualidad tecnologías como la inteligencia artificial (IA) ha tomado gran importancia como herramienta para la toma de decisiones logísticas, como instrumento de acción en diferentes sectores productivos por tal razón no debe ser desapercibido en el ámbito militar, y por esta razón es un potencial transformador en la optimización de rutas, predicción de demanda y detección de anomalías, por lo que comprender la aceptación de esta tecnología es crucial.

Gráfico 12 Resultados de Encuesta decima segunda Pregunta



Fuente: El autor

En un 75.8% del personal aprueban que la inteligencia artificial puede servir como herramienta para apoyar la toma de decisiones logísticas militares, indicando un alto nivel de confianza en el potencial que tiene la IA para mejorar la eficiencia y la efectividad en la logística militar

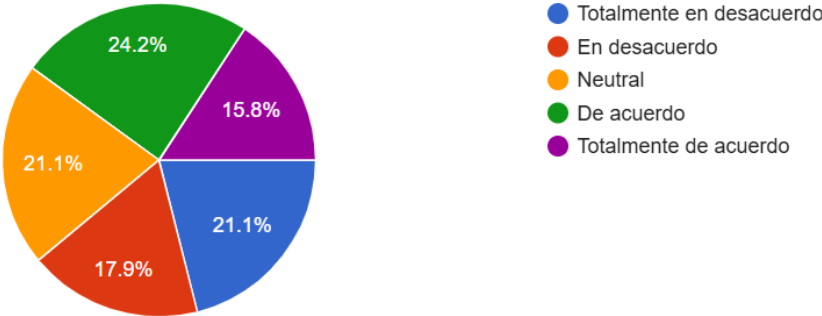
13 pregunta:

¿La conectividad de red en mi unidad es suficiente para soportar tecnologías modernas como 5G o IoT?

Uno de los elementos más importantes para la implementación de muchas tecnologías 4.0 es la conectividad de red es por esto que esta pregunta evalúa la percepción sobre la

infraestructura de red existente en las unidades militares dado que es un factor habilitador crítico para la digitalización.

Gráfico 13 Resultados de Encuesta decima tercera Pregunta



Fuente: El autor

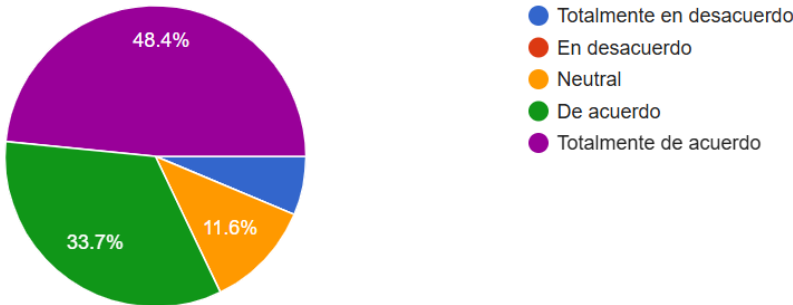
En esta pregunta solo el 40% concuerdan que en que la conectividad de red en las unidades militares es suficiente, esto sugiere que la infraestructura de red podría ser un cuello de botella para la adopción de tecnologías 4.0 en muchas unidades, a pesar del deseo y la percepción de utilidad, por tal razón se debe determinar también la planeación de adquisición de este elemento y de aplicación.

14 pregunta:

¿Se podrían mejorar procesos de recepción, almacenamiento y entrega mediante el uso de códigos QR, RFID o visión artificial?

Esta pregunta tiene como objetivo preguntar específicamente por algunas alternativas tecnológicas que no tienen tanto impacto económico en su aplicación para mejorar procesos operativos clave en la logística.

Gráfico 14 Resultados de Encuesta decima cuarta Pregunta



Fuente: El autor

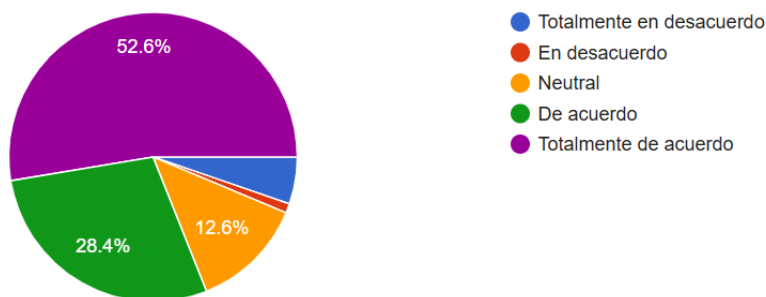
El 82.1% del personal informa que son herramientas fundamentales para un potencial proceso de mejora en los procesos logísticos militares, lo que indica una clara comprensión del impacto positivo que estas herramientas pueden tener en la eficiencia operativa militar.

15 pregunta:

¿La integración de plataformas digitales (WMS, TMS, IoT, IA) mejoraría significativamente la eficiencia logística militar?

Esta pregunta tiene como fin validar la implementación de las herramientas tecnológicas a través de la integración de diversas plataformas digitales y de esta manera conseguir una interoperabilidad y sinergia entre tecnologías.

Gráfico 15 Resultados de Encuesta decima quinta Pregunta



Fuente: El autor

En un 81% de los resultados se confirma que se conseguiría una mejora significativa de la eficiencia logística militar mediante la integración de plataformas digitales, lo que demuestra una fuerte creencia en el poder transformador de la integración de tecnologías 4.0 para optimizar la logística militar.

Los resultados obtenidos a través de la encuesta revelan un panorama multifacético sobre el proceso de transformación digital en la logística militar, en el que se entrelazan expectativas, desafíos y oportunidades. Por un lado, se percibe un notable entusiasmo y una profunda convicción entre el personal militar respecto al impacto que las tecnologías emergentes específicamente aquellas asociadas a la Industria 4.0 pueden tener en la optimización de los procesos logísticos. Los datos arrojados por las preguntas 6, 7, 8, 9, 12, 14 y 15 dan cuenta de que existe una apreciación clara de la utilidad, viabilidad y relevancia de estas herramientas digitales, por lo tanto no se observa solo una disposición favorable para su adopción, sino que además se reconoce el papel fundamental que pueden desempeñar en la

mejora de la eficiencia, la adaptación ante escenarios cambiantes y el fortalecimiento de la toma de decisiones mediante inteligencia artificial y la integración de plataformas digitales. Sin embargo, existen unos desafíos inherentes a la realidad práctica que enfrenta la implementación de estas herramientas en el Ejército Nacional, como se demuestra en las preguntas 1, 2, 3, 4, 5, 10, 11 y 13, aunque el conocimiento teórico y las ganas de avanzar son evidentes, la experiencia real en la implementación de estas tecnologías sigue siendo limitada o nula, la trazabilidad digital aún están en proceso de integración, la automatización de los sistemas de gestión avanza lentamente y la conectividad representa un obstáculo significativo. Es aquí donde cobra especial relevancia la reflexión de Klaus Schwab, fundador del Foro Económico Mundial, quien sostiene que “la cuarta revolución industrial no cambia lo que hacemos, sino quiénes somos”. Esta frase invita a mirar más allá de lo técnico y a comprender la transformación digital como un proceso que afecta la esencia misma de las organizaciones y las personas que las integran; implica modificar hábitos, mentalidades y estructuras profundas para que la tecnología se convierta en una verdadera aliada del progreso.

En este sentido, se hace evidente que la clave está en traducir la necesidad, la disposición y el conocimiento en acciones concretas y sostenibles y pasar de la teoría a la práctica mediante la puesta en marcha de programas de formación continua y práctica, para que el personal militar pueda experimentar de primera mano las nuevas herramientas tecnológicas, del mismo modo se debe priorizar la inversión en infraestructura, sobre todo en aspectos relacionados con la conectividad y la interoperabilidad de sistemas, ya que sin este elemento técnico y robusto, cualquier avance puede verse comprometido.

En donde se podría iniciar con una implementación de proyectos piloto en algunas unidades en donde se pueda observar y medir el impacto real de la tecnología en entornos controlados antes de su despliegue a mayor escala, esto debe ir acompañado de una hoja de ruta clara que defina los objetivos, etapas y responsables de la digitalización contribuyendo a la reducción de riesgos y poder alcanzar resultados tangibles, todo esto debe ir acompañado de una cultura organizacional que genere un ambiente de innovación, en donde el fuerte sea la experimentación y el aprendizaje constante.

Satya Nadella, actual CEO de Microsoft y figura clave en la digitalización global, refuerza esta idea al señalar: “No se trata solo de adoptar tecnología, sino de adoptarla de manera efectiva y humana”. Y esta afirmación reafirma el objetivo de este trabajo e invita a poner en el centro a quienes están llamados a liderar y beneficiarse de la transformación digital por tal razón lo más importante son los soldados y líderes militares que participaran de este proceso, por eso lo más importante en el desarrollo de esta implementación será escuchar activamente sus necesidades, experiencias y sugerencias, y brindarles acompañamiento durante todo el proceso de cambio, es tan importante como la propia tecnología que se implementa.

Por tal razón lo más importante será el capital humano involucrado en la logística militar que mostrara desde su disposición, compromiso y apertura para implementar la revolución 4.0, pero todo esto acompañado desde un entorno que promueva y facilite la adopción efectiva de estas innovaciones, siempre contando como base las buenas prácticas que brindan referentes internacionales y mezclándolo con la formación teórica práctica, invertir en infraestructura y cultivar una cultura innovadora serán acciones determinantes para cerrar la brecha entre el potencial identificado y la práctica cotidiana. Solo así la logística militar podrá transformarse y responder con eficacia a los desafíos de un mundo cada vez más digitalizado, manteniendo siempre el enfoque en el valor humano y organizacional de cada paso que se da en este camino de evolución constante.

Evaluación de la aplicación de las tecnologías 4.0 en la optimización operativa y digitalización de los procesos logísticos del Ejército Nacional.

Desde la perspectiva de un oficial logístico del Ejército Nacional de Colombia, y en consonancia con los lineamientos doctrinales establecidos en el Manual EJC 4-20 sobre Gestión Logística Integral y el EJC 4-40 sobre Almacenamiento y Distribución, este objetivo busca evaluar de manera rigurosa cómo las tecnologías emergentes de la Industria 4.0 pueden ser aplicadas de forma realista, funcional y progresiva en los entornos táctico, operacional y estratégico. Esta evaluación se realiza reconociendo que la naturaleza operativa de las unidades militares exige precisión, confiabilidad y oportunidad en la información, elementos que solo pueden garantizarse mediante plataformas tecnológicas robustas, interoperables y adaptadas al terreno militar colombiano.

Estas soluciones deben ser implementadas de forma gradual, priorizando pilotos en unidades estratégicas con mayor volumen logístico y capacidades tecnológicas iniciales. Asimismo, se requiere una estrategia de capacitación continua para el personal logístico, y la adecuación del marco doctrinal que permita normativizar y estandarizar los procesos con base en estas tecnologías emergentes.

Para materializar esta transformación hacia una logística predictiva e integrada, resulta fundamental establecer un marco de referencia que permita evaluar y validar la efectividad alguna de las tecnologías 4.0, para realizar este objetivo se utilizó una metodología esencial que facilita la identificación, análisis y adaptación de casos de éxito y mejores prácticas desarrolladas tanto en otras fuerzas armadas como en el sector privado como lo es el benchmarking, es así que se mostrara mediante estos comparativos como los procesos logísticos del Ejército Nacional podrán validar la viabilidad de las soluciones tecnológicas y mediante el recuento de lecciones aprendidas, se demuestre la eficacia en contextos similares de modernización logística militar y empresarial, se mostraran ocho tecnologías 4.0. como son:

El Internet de las Cosas (IoT) ha transformado la gestión de la cadena de suministro en el sector privado y en las fuerzas armadas, optimizando procesos clave como en la adquisición, el IoT permite un monitoreo en tiempo real de inventarios para evitar excesos o deficiencias

y prevenir piezas falsificadas, en el mantenimiento, facilita el mantenimiento predictivo, anticipando fallas en equipos críticos como vehículos y aeronaves, en el almacenamiento, la radiofrecuencia (RFID) y los sensores ambientales mejoran la precisión del inventario y el control de condiciones especiales, mientras que en el transporte, los sensores GPS optimizan la gestión y seguimiento de flotas vehiculares (Guzmán Laverde, J. V., 2024), aunque estas aplicaciones son comunes en el sector privado y cruciales en el ámbito militar, el Ejército Nacional de Colombia enfrenta limitaciones significativas en la implementación del IoT, ya que depende en gran medida de sistemas manuales que resultan en ineficiencias, falta de visibilidad en tiempo real y mantenimiento correctivo en lugar de predictivo, lo que afecta su operatividad y capacidad de respuesta (Cardozo Miranda, 2024).

Otra de las tecnologías es la Inteligencia Artificial (IA) la cual se ha consolidado como una herramienta fundamental para transformar la logística y la defensa (Ejército Nacional de Colombia, 2024), optimizando procesos clave, como en la adquisición, permitiendo predecir la demanda y analizar el desempeño de proveedores, para el mantenimiento en las fuerzas armadas, ha facilitado la detección de anomalías y la recomendación de acciones preventivas, mejorando la seguridad y eficiencia operativa (Armada, 2024), en la producción, ha ayudado a supervisar la calidad y reducir residuos, mientras que en la logística inversa, clasifica productos para reparación o descarte, y en el almacenamiento, optimiza la ubicación de los inventarios, en el transporte y la entrega, planifica rutas y asigna recursos de manera óptima, como el robot TALON utilizado para amenazas de explosivos (Tafur Prada, Y. H., 2023), a pesar de estos avances, el Ejército Nacional de Colombia presenta un uso incipiente de la IA en la mayoría de sus procesos logísticos, los cuales aún dependen de sistemas manuales que generan ineficiencias y una asignación de recursos menos estratégica, aunque existen proyectos prometedores en mantenimiento y robótica que demuestran el potencial de esta tecnología.

En contraste el Big Data se ha convertido en una tecnología clave para la toma de decisiones estratégicas (Cukier, 2013), permitiendo optimizar procesos en la cadena de suministro, desde la adquisición y el mantenimiento hasta el almacenamiento y el transporte; en el ámbito de la defensa, su análisis de datos masivos ayuda a tomar decisiones críticas sobre la adquisición de armas, la planificación de operaciones, y la gestión de la logística inversa y

de campaña, en cambio en el Ejército Nacional de Colombia, si se tiene un uso limitado de esta tecnología, basando sus decisiones en análisis de datos restringidos y sistemas que no explotan plenamente el potencial de la información generada, lo que resulta en ineficiencias en la gestión de inventarios y una capacidad reducida para prever tendencias y optimizar procesos logísticos (Guzmán Laverde, 2024), por tal razón la integración del Big Data con los procesos logísticos es crucial para mejorar la eficiencia y la capacidad de respuesta de la fuerza en un contexto complejo.

Así mismo la robótica y la automatización han revolucionado la logística y la defensa al optimizar procesos, reducir errores y mejorar la eficiencia (Maldonado, 2021), desde la adquisición con sistemas automatizados de pedidos, hasta el mantenimiento con robots que asisten en tareas peligrosas, en la producción, los robots industriales garantizan la calidad y consistencia del armamento, y en la logística inversa, los sistemas automatizados clasifican y gestionan productos devueltos, en el almacenamiento, los robots móviles optimizan la gestión de inventarios, mientras que en el transporte, los vehículos autónomos mejoran la seguridad y la eficiencia en la entrega de suministros, aunque en el Ejército Nacional de Colombia ha hecho desarrollos como el robot VALI (Tafur Prada, 2023), su uso en la mayoría de los procesos logísticos es limitado y manual, lo que reduce la eficiencia, aumenta los errores y afecta la planificación estratégica, resaltando la necesidad de una mayor adopción de estas tecnologías para modernizar la cadena de suministro.

De igual manera los drones y vehículos autónomos son tecnologías 4.0 con la capacidad de transformar la logística y la defensa, optimizando procesos y mejorando la seguridad, en procesos como la adquisición, los drones pueden inspeccionar infraestructuras y realizar conteos de inventario para agilizar las compras, mientras que en el mantenimiento, su capacidad para inspeccionar equipos grandes con sensores térmicos mejora la seguridad y eficiencia del personal, aunque en el Ejército Nacional de Colombia su uso para este fin es incipiente, se ve presente en los servicios de campaña, ayudando a transportar suministros médicos urgentes a zonas remotas y evacuar heridos (Ejército Nacional de Colombia, 2024), mientras que en el transporte y la entrega, mejoran la seguridad al reducir la exposición del personal en zonas de alto riesgo, lo que subraya un área de oportunidad para mejorar la eficiencia y la seguridad de los procesos.

Igualmente el Blockchain, es una tecnología 4.0 que ayuda con el registro distribuido, ofreciendo transparencia, seguridad y eficiencia en la cadena de suministro al crear un historial inmutable de transacciones (Tapscott, 2016), en la adquisición, puede verificar la autenticidad de los productos y automatizar pagos a través de contratos inteligentes, en el mantenimiento, registra el historial de equipos complejos para una auditoría completa de su ciclo de vida, sin contar que en la logística inversa, asegura la trazabilidad de los productos devueltos y en el almacenamiento, proporcionando un registro inmutable del inventario para reducir fraudes y errores, esta tecnología tiene un potencial significativo para mejorar la integridad y la seguridad en la cadena de suministro militar y no ha sido implementada por el Ejército Nacional de Colombia, lo que expone sus sistemas a errores, falta de transparencia y desafíos en la auditoría de activos.

Por otro lado los Sistemas Ciberfísicos (CPS) representan la convergencia de los mundos físico y digital (E.A.,2015), permitiendo la integración de sensores y sistemas informáticos para optimizar procesos como el mantenimiento, a través de herramientas como los gemelos digitales que permiten la simulación de fallas y la optimización de los programas de servicio en equipos militares, asegurando su disponibilidad operativa y reduciendo costos, en la producción permiten el monitoreo y control en tiempo real, garantizando la calidad y fiabilidad de los componentes, en los almacenes permiten una gestión automatizada y precisa de inventarios, sin embargo el Ejército Nacional de Colombia tiene una alta dependencia de la supervisión humana y procesos manuales en sus operaciones, lo que limita su capacidad para realizar diagnósticos avanzados, optimizar la producción y mejorar la eficiencia en la gestión de inventarios.

Por último la Computación en la Nube (Cloud Computing) es una tecnología 4.0 que centraliza el almacenamiento y el acceso a la información (Halper, (2012), ofreciendo flexibilidad y escalabilidad para optimizar los procesos logísticos, su aplicación permite la gestión unificada de proveedores y contratos en la adquisición, el acceso a historiales de mantenimiento desde cualquier lugar, la coordinación de la producción en tiempo real, y una gestión más eficiente de la logística inversa, el almacenamiento y el transporte; en el ámbito militar, facilita la seguridad de las transacciones y la gestión de flotas dispersas, pero en el Ejército Nacional de Colombia no se utiliza la nube de forma generalizada en sus procesos

logísticos porque dependen de sistemas internos y locales que limitan la visibilidad, la coordinación y la capacidad de optimizar los recursos a nivel nacional

Para brindar una visión integral y comparativa sobre la aplicación de las ocho tecnologías previamente analizadas, se presenta a continuación un cuadro de benchmarking que evalúa de manera descriptiva y cualitativa en cuanto a su impacto operativo, grado de innovación, cobertura o alcance en una escala de 1 a 5 y el desempeño de tres actores clave en el ámbito logístico: por un lado, Amazon, reconocido a nivel mundial como líder en innovación y eficiencia dentro del sector privado; por otro, diversas fuerzas armadas, consideradas referentes en la incorporación de tecnologías avanzadas en sus operaciones y finalmente, la situación actual del Ejército Nacional de Colombia en la implementación de estas herramientas tecnológicas dentro de sus procesos logísticos. Esta comparación permite identificar las mejores prácticas, los puntos de avance y las brechas existentes, aportando elementos valiosos para la toma de decisiones estratégicas orientadas a fortalecer la gestión logística en el entorno militar colombiano.

Tabla 2 Descripción de Desempeño de las tecnologías en la logística

Tecnología	Entidad	Aplicación	Fortalezas	Debilidades
Internet de las Cosas (IoT)	Amazon	Sensores en logística, rastreo de paquetes, mantenimiento preventivo.	Optimiza rutas y tiempos, decisiones en tiempo real, experiencia del cliente.	Alta dependencia de conectividad, riesgo ante fallos de red o ataques.
	Fuerzas Armadas de Colombia	Sensores en aeronaves, monitoreo marítimo, mantenimiento predictivo.	Mejora operatividad y logística estratégica.	Baja cobertura y poca integración entre sistemas.
	Ejército Nacional	Monitoreo de infraestructura crítica, vehículos militares.	Control de activos estratégicos.	Baja interoperabilidad, infraestructura limitada.
Inteligencia Artificial (IA)	Amazon	Recomendaciones, predicción de demanda, IA logística.	Alta eficiencia, personalización, dominio de aprendizaje automático.	Requiere grandes datos, riesgo de sesgos.

	Fuerzas Armadas de Colombia	Análisis satelital, ciberdefensa, traducción automática.	Mejora inteligencia y seguridad nacional.	Falta de expertos y normativas.
	Ejército Nacional	Simuladores, investigación en IA táctica.	Apuesta académica para futuro uso militar.	Poca implementación práctica.
Big Data	Amazon	Análisis predictivo, segmentación, control de inventario.	Personalización extrema, decisiones en tiempo real.	Riesgos éticos y costos altos de almacenamiento.
	Fuerzas Armadas de Colombia	Información de inteligencia, análisis criminal.	Fortalece estrategia y planificación.	Bases de datos aisladas.
	Ejército Nacional	Movilización, inteligencia operativa, logística.	Anticipación en campo.	Conectividad deficiente, sistemas no unificados.
Robótica / Automatización	Amazon	Robots en almacenes, clasificación y empaque.	Reducción de errores, eficiencia 24/7.	Alto costo inicial, necesidad de mantenimiento.
	Fuerzas Armadas de Colombia	Simuladores, desminado, robots antibombas.	Reducción de riesgo humano.	Tecnología costosa y extranjera.
	Ejército Nacional	UGV, simuladores de entrenamiento.	Entrenamientos seguros y realistas.	Falta de escalabilidad y despliegue.
Drones y Vehículos Autónomos	Amazon	Entregas Prime Air, inventario aéreo.	Reducción de tiempos, cobertura ampliada.	Riesgo de hackeo, sujeción a normativas aéreas.
	Fuerzas Armadas de Colombia	Vigilancia, patrullaje, reconocimiento.	Cobertura y protección sin riesgo humano.	Costos altos, requiere formación.
	Ejército Nacional	Reconocimiento de terreno, inteligencia táctica.	Eficiencia operativa sin riesgo directo.	Equipos con autonomía limitada.
Blockchain	Amazon	Trazabilidad, contratos inteligentes.	Transparencia y seguridad transaccional.	Consumo energético y complejidad para escalar.
	Fuerzas Armadas de Colombia	Identidad digital, custodia documental.	Potencial de seguridad en documentos y logística.	Falta implementación real, dificultades normativas.

	Ejército Nacional	Trazabilidad de pertrechos, registros operativos.	Alta seguridad contra manipulación.	Sin despliegue formal, escaso personal calificado.
Sistemas Ciberfísicos	Amazon	Centros automatizados con IA, sensores y robots.	Eficiencia operativa total.	Exposición a ciberataques.
	Fuerzas Armadas de Colombia	Simuladores, ciberdefensa, laboratorios FAC.	Entrenamiento sin riesgo físico.	Uso limitado en campo real.
	Ejército Nacional	Formación en escuelas, simulación virtual.	Simulación de conflictos complejos.	No integrado en operaciones tácticas.
	Amazon	AWS, almacenamiento y procesamiento global.	Escalabilidad y acceso remoto.	Dependencia tecnológica y riesgos de seguridad.
Computación en la Nube	Fuerzas Armadas de Colombia	Interoperabilidad de plataformas y comunicaciones.	Acceso centralizado, eficiencia informativa.	Riesgos de ciberseguridad, soberanía digital.
	Ejército Nacional	Plataformas académicas y administrativas migradas.	Acceso remoto y modernización institucional.	Acceso limitado en zonas de operaciones.

Fuente: El autor

Es así que lo descrito anteriormente muestra la clara diferencia en el nivel de desarrollo, implementación e impacto operativo de las tecnologías emergentes entre el sector privado Amazon y los actores institucionales militares en Colombia Fuerzas Armadas y Ejército Nacional, identificando a Amazon como líder en todas las tecnologías descritas IoT, IA, Big Data, Robótica/Automatización y Drones, reflejando su capacidad para integrar soluciones de punta, escalar tecnologías a nivel global, y obtener resultados medibles en eficiencia, innovación y productividad, demostrando así su dominio tecnológico y una cultura organizacional orientada a la automatización y al uso intensivo de datos.

Por otro lado, las Fuerzas Armadas de Colombia muestran avances moderados, especialmente en áreas como IA y drones, lo que indica esfuerzos en modernización tecnológica, aunque aún limitados en cobertura y resultados generalizados, las tecnologías como Big Data o IoT tienen una adopción más incipiente, probablemente restringida por presupuestos, estructuras burocráticas o ausencia de políticas de integración tecnológica a

gran escala y en el caso del Ejército Nacional, no se encuentra mayor implementación en robótica y automatización, sin embargo en drones y vehículos autónomos si se presenta un mejor avance, lo cual puede deberse a su aplicabilidad táctica y creciente incorporación en operaciones de vigilancia y reconocimiento, a continuación se muestra de manera más grafica estos resultados dando un puntaje en escala de 1 a 5 cada indicador expuesto.

Tabla 3 Descripción Cualitativa de Desempeño de las tecnologías en la logística

Tecnología	Actor de la Cadena	Nivel de Implementación	Impacto Operativo	Grado de Innovación	Cobertura / Alcance	Promedio General
Internet de las Cosas (IoT)	Amazon	✓ 5	✓ 5	✓ 5	✓ 5	5,0
	Fuerzas Armadas de Colombia	⚠ 3	⚠ 3	⚠ 3	⚠ 3	3,0
	Ejército Nacional	✗ 2	⚠ 3	✗ 2	✗ 2	2,3
Inteligencia Artificial (IA)	Amazon	✓ 5	✓ 5	✓ 5	✓ 5	5,0
	Fuerzas Armadas de Colombia	⚠ 3	⚠ 4	⚠ 3	⚠ 3	3,3
	Ejército Nacional	✗ 2	⚠ 3	✗ 2	✗ 2	2,3
Big Data	Amazon	✓ 5	✓ 5	✓ 5	✓ 5	5,0
	Fuerzas Armadas de Colombia	⚠ 3	⚠ 3	⚠ 3	⚠ 3	3,0
	Ejército Nacional	✗ 2	⚠ 3	✗ 2	✗ 2	2,3
Robótica / Automatización	Amazon	✓ 5	✓ 5	✓ 5	✓ 5	5,0
	Fuerzas Armadas de Colombia	⚠ 3	⚠ 3	⚠ 3	✗ 2	2,8
	Ejército Nacional	✗ 2	✗ 2	✗ 2	✗ 2	2,0
Drones y Vehículos Autónomos	Amazon	⚠ 4	✓ 5	⚠ 4	⚠ 4	4,3
	Fuerzas Armadas de Colombia	⚠ 4	⚠ 4	⚠ 4	⚠ 3	3,8
	Ejército Nacional	⚠ 3	⚠ 4	⚠ 3	⚠ 3	3,3

Fuente: El autor

Beneficios y retos de la Implementación de tecnologías 4.0 en la logística militar.

En la actualidad las Fuerzas Armadas, enfrenta escenarios operacionales complejos y cambiantes gracias a la transformación digital, es por esto que las tecnologías de la Industria 4.0 descritas anteriormente como el Internet de las Cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA), el análisis masivo de datos (Big Data), la robótica, los drones, el blockchain, los sistemas ciberfísicos y la computación en la nube, estas herramientas están revolucionando la forma en que se planean, ejecutan y controlan los procesos logísticos tanto en el sector privado como en fuerzas militares (CGFM, 2025)., es por todo esto que es crucial la implementación de tecnologías 4.0 , puesto que no solo representa una mejora en los procesos técnicos, sino que redefine estructuralmente la manera de tomar decisiones estratégicas, la posibilidad de contar con datos verídicos, en tiempo real y sostenibles permitiendo anticiparse a los acontecimientos, optimizar los recursos y actuar con mayor precisión.

Todo lo anterior ratifica que la Industria 4.0, ha revolucionado los modelos de producción, distribución y gestión en todo el mundo (Schwab, 2016), por consiguiente el contexto militar exige una mayor precisión operativa, autonomía táctica y una capacidad superior de adaptación a amenazas emergentes (Jalaian et al., 2018), por ejemplo las Fuerzas armadas de Estados Unidos, Reino Unido e Israel ya han incorporado tecnologías 4.0 en sus operaciones logísticas, obteniendo resultados significativos en términos de eficiencia y resiliencia, en Colombia el Ejército Nacional ha iniciado un proceso de modernización orientado por la Dirección de Ciencia y Tecnología, buscando alinear sus capacidades con los estándares globales, sin perder de vista el contexto territorial, político y operacional propio (Ejército Nacional, 2024).

Desde una perspectiva doctrinal, los beneficios de la digitalización logística son evidentes y medibles puesto que brinda mayor precisión en la toma de decisiones, dando acceso a información actualizada y verificable en cada nodo logístico facilitando la priorización de recursos, la anticipación de fallas y la capacidad de ajustar planes tácticos de forma oportuna, mejorando directamente la capacidad de reacción y planificación estratégica (EJC 4-20, Cap. 3)lo que aumenta la trazabilidad operativa, gracias a la implementación de sensores IoT,

tecnología RFID y plataformas interoperables que permiten rastrear en tiempo real el flujo de materiales, insumos y equipos, reduciendo pérdidas, minimizando errores humanos y acortando los tiempos de respuesta ante requerimientos logísticos (Corzo-Ussa et al., 2024), esto definitivamente optimiza recursos y reduce costos una de las tecnologías que se usan para este fin es la inteligencia artificial y el Big Data, que hacen posible identificar patrones de consumo, evaluar la condición de los activos y planificar pedidos o rotaciones con base en criterios de eficiencia operacional, lo cual reduce desperdicios y mejora la asignación de presupuesto (Directiva Permanente 0015 de 2016)

A continuación, se presenta una matriz que clasifica el impacto de cada tecnología: se considera de alto impacto cuando transforma procesos clave y mejora directamente la eficacia operacional; de impacto medio si optimiza procesos de soporte o administrativos con efectos indirectos sobre la misión; e impacto bajo cuando sus efectos son secundarios o se encuentra aún en fase piloto de adopción.

Tabla 4 Matriz de impacto de implementación

Beneficios	Área Afectada	Impacto Esperado	Nivel de Impacto
Toma de decisiones estratégicas	Comando logístico y operativo	Decisiones más rápidas, basadas en datos y análisis predictivo	Alto
	Transporte, almacenamiento, cadena de suministro	Seguimiento en tiempo real de activos y suministros	Alto
	Mantenimiento vehicular y armamento	Anticipación de fallas mediante mantenimiento predictivo	Alto
Optimización de recursos	Abastecimiento, inventario	Reducción de costos operativos, menor desperdicio	Medio
	Coordinación interinstitucional	Mayor eficiencia en operaciones conjuntas	Medio
	Seguridad informática	Protección de datos críticos, integridad de procesos	Alto

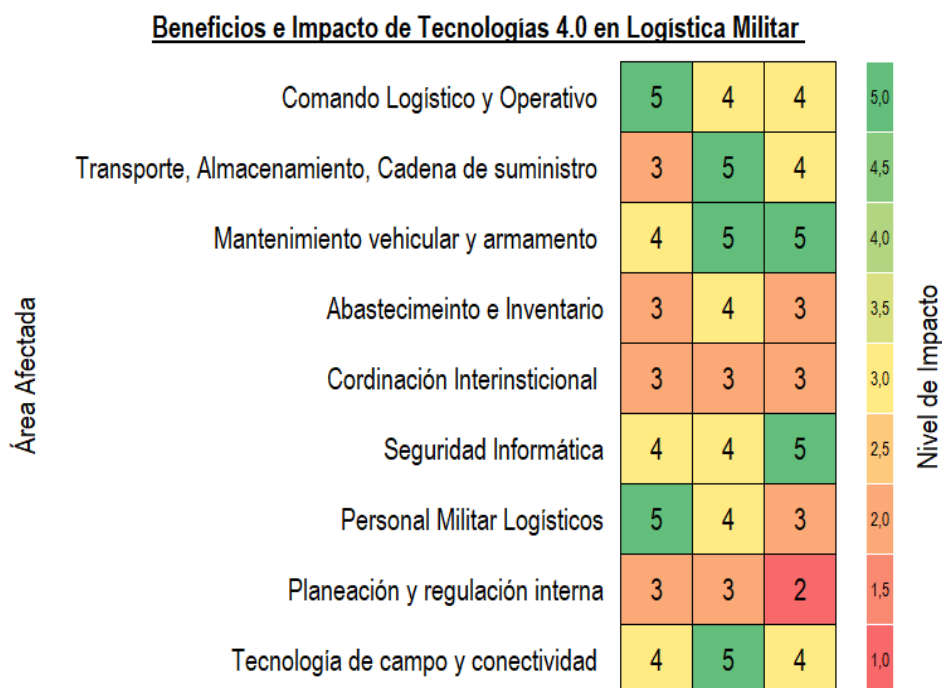
Cultura organizacional	Personal militar/logístico	Transición a una mentalidad digital basada en datos	Alto
	Planeación y regulación interna	Modernización de manuales y doctrinas logísticas	Medio
	Tecnología de campo y conectividad	Mejora operativa con hardware y software modernos	Alto

Fuente: El autor

Como se ve en la matriz se evidencia que las iniciativas orientadas hacia la digitalización y la adopción tecnológica en la logística militar presentan impactos predominantemente positivos, la transición hacia una mentalidad digital basada en datos y la mejora operativa mediante hardware y software de última generación se sitúan en el nivel más alto de beneficio, potenciando la eficiencia y la capacidad de respuesta de las operaciones, así mismo, procesos como la modernización de manuales y doctrinas logísticas, aunque presentan un impacto intermedio, contribuyen de manera significativa a la actualización y alineación de los procedimientos internos con los desafíos actuales, cabe resaltar que, según lo expuesto en la matriz, no se identifican efectos negativos directos asociados a estos beneficios, esto sugiere que la implementación solo podría generar valor sin comprometer áreas críticas en la Fuerza.

Del mismo modo en el gráfico 16 se muestra un mapa de calor donde se evidencia los mayores beneficios de la implementación de tecnologías 4.0 en el Ejército Nacional de Colombia, en donde se muestra una concentración de estos en áreas como la toma de decisiones estratégicas, la trazabilidad logística y la seguridad de la información, todas con niveles de impacto alto (4 o 5), estas áreas se benefician significativamente del uso de tecnologías como inteligencia artificial, IoT y big data, ya que permiten una visión integral, en tiempo real y basada en datos, mejorando la precisión operativa y reduciendo los márgenes de error y los tiempos de respuesta ante situaciones críticas.

Gráfico 16 Mapa de Calor de Beneficios e Impacto



Fuente: El autor

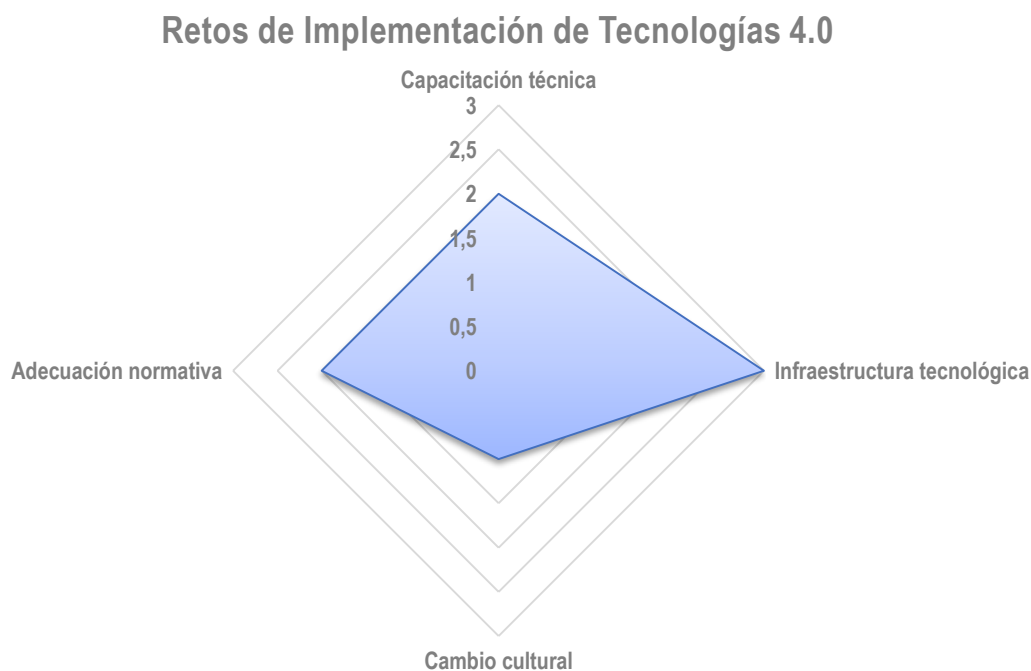
En contraste, se identifican áreas con impacto moderado o menor, como la infraestructura tecnológica y la capacitación técnica del personal, donde aún existen barreras para alcanzar el máximo potencial de las tecnologías emergentes, estos resultados sugieren que, aunque las tecnologías 4.0 prometen grandes avances logísticos, su eficacia depende en gran medida del fortalecimiento institucional en capacidades humanas, conectividad y cambio cultural, por lo tanto, el éxito de la transformación digital no se limita al despliegue tecnológico, sino que debe ir acompañado de estrategias integrales de inversión y formación.

Es por esto que, pese a los avances, la implementación de tecnologías 4.0 enfrenta múltiples barreras estructurales y organizacionales como las brechas de capacitación técnica, este es uno de los mayores desafíos dado que una gran parte del personal logístico aún no cuenta con el entrenamiento especializado necesario para operar, mantener y actualizar tecnologías avanzadas (McGrath et al., 2019), lo que sumado a las limitaciones en infraestructura tecnológica con la que cuenta Ejército hace un poco difícil el panorama, puesto que las condiciones de conectividad en zonas rurales, la carencia de hardware operativo de campo y

la existencia de sistemas fragmentados dificultan la implementación homogénea de soluciones digitales (Fojón, 2019) estos dos aspectos hace que se aumente la resistencia al cambio cultural y no por el aspecto técnico si no que la adopción tecnológica exige un cambio profundo en la cultura organizacional, esta transición de métodos manuales a procesos basados en datos requiere liderazgo, pedagogía y confianza institucional (McGrath et al., 2019), lo que genera la necesidad de normativa que ayude a seguir ese camino y determine marcos doctrinales y reglamentos logísticos que contemplen de manera explícita la gestión de procesos digitalizados, lo cual limita la formalización de nuevas prácticas y herramientas (Ejército Nacional, 2024).

Para complementar se presenta a continuación un gráfico de radar que ilustra de manera visual los retos asociados a la adopción de tecnologías 4.0 en la logística militar del Ejército Nacional de Colombia así:

Gráfico 17 Mapa de Calor de Beneficios e Impacto



Fuente: El autor

En este gráfico se evidencian los retos de Implementación de Tecnologías 4.0 donde se muestran cuatro desafíos clave la capacitación técnica, la infraestructura tecnológica, el cambio cultural y la adecuación normativa, cada reto está puntuado en una escala de 0 a 3,

dejando ver a la infraestructura tecnológica como el obstáculo más significativo, alcanzando una puntuación de 3, lo que indica que se considera el reto de mayor magnitud para la implementación de las tecnologías 4.0, le sigue de cerca la capacitación técnica, dejando ver que es una necesidad considerable de desarrollo de habilidades en este ámbito y ya para terminar la adecuación normativa y el cambio cultural muestran puntuaciones más bajas en esta nueva dado que si se da estrategias de solución a las dos primeras descritas anteriormente se puede obtener de manera proporcional solución a estas, es por tal razón que la conclusión de este gráfico nos determina que la urgencia de fortalecer la base tecnológica y el capital humano para impulsar la adopción de la Industria 4.0 es vital para el desempeño de las operaciones logísticas en el Ejército Nacional.

Conclusiones

Los resultados de esta investigación evidencian que existe una necesidad real y prioritaria de implementar tecnologías 4.0 en los procesos logísticos del Ejército Nacional de Colombia. El análisis documental, la propuesta estratégica por componentes funcionales y los resultados proyectados de la encuesta reflejan que estas tecnologías no solo son aplicables, sino también necesarias para garantizar decisiones más precisas, trazabilidad en tiempo real y superioridad operativa en entornos complejos.

En primer lugar, el diagnóstico mostró que, aunque existen esfuerzos incipientes en la adopción de TICs 4.0, aún persisten vacíos estructurales en términos de infraestructura digital, automatización de procesos, integración de plataformas y formación del personal. Esto plantea un desafío institucional que exige voluntad política, inversión sostenida y una visión estratégica de transformación digital.

En segundo lugar, se determinó que tecnologías como RFID, inteligencia artificial, blockchain, sistemas ERP y sensores IoT no solo son viables, sino que pueden adaptarse progresivamente al entorno militar colombiano bajo una hoja de ruta gradual y focalizada en unidades piloto con alta demanda logística.

Finalmente, se concluye que la implementación de TICs 4.0 permite fortalecer la capacidad de planeación, anticipación, control y respuesta logística, lo que incide directamente en la toma de decisiones estratégicas basadas en datos verídicos, confiables y oportunos. En consecuencia, esta modernización logística no es un objetivo final, sino una condición necesaria para proyectar la eficiencia operacional del Ejército Nacional en escenarios de alta exigencia táctica y estratégica.

Referencias

- Armada. (2024). Aplicaciones de la inteligencia artificial en la industria de defensa. https://armada.defensa.gob.es/archivo/rgm/2024/03/rgmmar2024_Parte08.pdf.
- Cardozo Miranda, B. I., Zabala Álvarez, J. F., Monsalve Rangel, V., Gómez Perdomo, M. Á., & Guzmán Laverde, J. V. (2024). Optimización del Mantenimiento de Vehículos Militares Diésel: Implicaciones para la Eficiencia Operativa y la Formación Académica Profesional en el Ejército Nacional de Colombia. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(6). <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/15675>.
- CGFM (Comando General de las Fuerzas Militares). (2025). Informe de avance en modernización logística y tecnológica. Bogotá: Ministerio de Defensa Nacional.
- Corzo-Ussa, G. D., Álvarez-Aros, E. L., & Chavarro Miranda, F. (2024). La industria 4.0 y sus aplicaciones en el ámbito militar: oportunidad estratégica para Latinoamérica. *Revista Científica General José María Córdova*, 20(39), 717-736. <https://doi.org/10.21830/19006586.882>.
- Corzo-Ussa, C. A., Álvarez-Aros, E. L., & Chavarro Miranda, D. (2024). Transformación digital y logística en las Fuerzas Armadas Latinoamericanas. *Revista de Estudios Estratégicos y Defensa*, 13(1), 101–118.
- Cukier, K. Mayer-Schönberger, V., & (2013). The rise of big data. In E. T. Enis (Ed.), *Big data: The essential guide to big data and its importance* (pp. 1–20). Wiley.
- Díaz, H., & Rodríguez, L. (2020). Transformación digital en la logística militar: Perspectivas para Colombia. *Revista Seguridad y Defensa*, 8(1), 115–130.
- Dirección de Ciencia y Tecnología del Ejército. (2024). Plan de Transformación Digital del Ejército Nacional 2023–2030. Ejército Nacional de Colombia.
- Dirección de Ciencia y Tecnología del Comando de Educación y Doctrina del Ejército Nacional de Colombia. (2024). Seminario de Investigación, desarrollo e innovación Ejército 4.0: Innovación y retos para la industria militar.
- Directiva Permanente 0015 de 2016. (2016). Lineamientos para la racionalización del abastecimiento en las Fuerzas Militares. Comando General de las Fuerzas Militares.

- E. A. (2015). Cyber Physical Systems: Design challenges. *IEEE Internet Computing*, 19(3), 85–88. <https://doi.org/10.1109/MIC.2015.53>.
- Ejército Nacional de Colombia. (2024). Gestión del Conocimiento y la Innovación 4.0. <https://www.ejercito.mil.co/gestion-del-conocimiento-y-la-innovacion-40/>.
- Ejército Nacional de Colombia. (2024, 9 de enero). El software de inteligencia artificial desarrollado por la Escuela de Aviación del Ejército para la identificación de grietas no solo... [Publicación de LinkedIn]. LinkedIn.
- Ejército Nacional de Colombia. (2024). Memorias del Seminario de Innovación y Defensa. Bogotá.
- EJC 4-20. (2023). Manual de Abastecimiento Militar. Ejército Nacional de Colombia.
- Fernández-Villacañas, J.C. (2019). La industria 4.0 y sus aplicaciones en el ámbito militar: oportunidad estratégica para Latinoamérica. *Revista Científica General José María Córdova*, 20(39), 717–729. <http://www.scielo.org.co/pdf/recig/v20n39/2500-7645-recig-20-39-717.pdf>.
- Fojón, A. (2019). Ciberdefensa y transformación digital en América Latina. Centro de Estudios Estratégicos Hemisféricos.
- Fojón, C. (2019). Percepciones sobre innovaciones tecnológicas en el Ejército Nacional de Colombia. *Revista Académica*.
- Guzmán Laverde, J. V., Cardozo Miranda, B. I., & Muñoz Chipatecua, J. A. (2024). Buenas Prácticas de Mantenimiento en los Sistemas de Artillería del Ejército Nacional de Colombia. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(5). <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/14202>.
- Halper, F. Hurwitz, J., Bloor, R., Kaufman, M., & (2012). *Cloud Computing For Dummies*. For Dummies.
- Jalaian, B., Preece, A. D., & Johnson, P. (2018). Military applications of the Internet of Things: Challenges and opportunities. *Journal of Defense Modeling and Simulation*, 15(2), 89–102. <https://doi.org/10.1177/1548512917711107>.
- Joyanes, L. (2017). *Industria 4.0: La transformación digital de la sociedad*. Alfaomega. ISBN: 9789587783162.

- Maldonado, J., & Vera, C. (2021). Big Data y analítica predictiva para la logística del sector defensa. *Revista de Innovación y Ciencia Militar*, 4(2), 77–91.
- McGrath, et al. (2019). Network-centric warfare and technology adoption in modern militaries. *Journal of Defense Studies*.
- Ministerio de Defensa Nacional. (2016). Directiva Permanente 0015 de 2016 – Lineamientos para la transformación digital institucional. Bogotá, Colombia.
- Montes, A. (2023). *Inteligencia Artificial: La revolución que cambiará todo*. Editorial Planeta. ISBN: 9786287715790.
- Schwab, K. (2016). La cuarta revolución industrial. *Debate*.
- Siancas, W. (2021). Retos de la Industria 4.0. *Revista Futuro Hoy*, 16–21.
- Tafur Prada, Y. H., & Arenas Prada, Y. P. (2023). Transformando la Logística Militar en Colombia mediante Inteligencia Artificial: Innovaciones y Desafíos. *Revista Código Científico*, 4(2), 50-69.
<https://www.revistacodigocientifico.itslosandes.net/index.php/1/article/download/231/474/683>.
- Tapscott, D., & Tapscott, A. (2016). *Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin Is Changing Money, Business, and the World*. Portfolio/Penguin.