



Drones con Inteligencia Artificial: El complemento para la Seguridad y Vigilancia de las Bases Militares de la FAC

Mayor Diego Andrés Hernández Rodríguez

Artículo para optar al título profesional:
Magister en Seguridad y Defensa Nacional

Escuela Superior de Guerra "General Rafael Reyes Prieto"
Bogotá D.C., Colombia
2025

DATOS GENERALES	
Nombre del estudiante	: Mayor Diego Andrés Hernández Rodríguez
Identificación	: 86073453
Programa académico	: Maestría en Seguridad y Defensa Nacional
Tutor metodológico	: Claudia Garay Acevedo
Tutor temático	: Claudia Garay Acevedo
Fecha de entrega	: 08 de agosto de 2025
Extensión	: 8.061 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 NO autoriza que este artículo sea publicado por el Sello Editorial ESDEG en su repositorio institucional y esté disponible bajo una modalidad de acceso restringido.

Drones con Inteligencia Artificial: El complemento para la Seguridad y Vigilancia de las Bases Militares de la FAC

Drones with Artificial Intelligence: The Complement for the Security and Surveillance of FAC Military Bases

Diego Andrés Hernández Rodríguez*

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Resumen:

La Fuerza Aeroespacial Colombiana (FAC) enfrenta una disminución sostenida de personal en funciones de seguridad y defensa, lo que ha afectado la operatividad de sus Unidades Militares Aéreas (UMA). En respuesta, ha impulsado una estrategia de modernización tecnológica basada en la integración de drones con inteligencia artificial (IA). La investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto con predominancia cualitativa, de diseño no experimental y transversal, con alcance descriptivo e interpretativo de carácter exploratorio-correlacional, analizando el periodo 2017–2024. Se combinaron análisis documentales, temáticos y testimoniales con encuestas institucionales procesadas mediante triangulación metodológica. Los resultados evidencian que la IA ha optimizado la vigilancia perimetral, reducido la sobrecarga del personal y fortalecido la seguridad operacional. Se concluye que la IA no sustituye al soldado, sino que potencia sus funciones, consolidando un modelo de defensa más preventivo, resiliente y alineado con las tendencias globales en seguridad aeroespacial.

Palabras clave: seguridad y defensa nacional; drones; inteligencia artificial; innovación; FAC; transformación tecnológica.

Abstract:

The Colombian Aerospace Force (FAC) faces a sustained decrease in personnel assigned to security and defense duties, affecting the operational readiness of its Air Military Units (UMA). In response, the institution has promoted a technological modernization strategy based on the integration of drones powered by artificial intelligence (AI). The research followed a mixed-methods approach with qualitative predominance, using a non-

* Mayor de la Fuerza Aeroespacial Colombiana. Alumno del curso de Estado Mayor y Candidato a magíster en Seguridad y Defensa Nacional de la Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”, Colombia. Ingeniero Industrial, con maestría en gestión y evaluación de proyectos de inversión, certificado como PMP-PMI y PRINCE2. <https://orcid.org/0009-0001-6912-7910> - Contacto: diego.hernandezr@esdeg.edu.co.

experimental, cross-sectional design with a descriptive and interpretative exploratory-correlational scope, analyzing the 2017–2024 period. Documentary, thematic, and testimonial analyses were combined with institutional surveys processed through methodological triangulation. The findings show that AI integration has optimized perimeter surveillance, reduced personnel workload, and strengthened operational security. The study concludes that AI does not replace soldiers but enhances their capabilities, consolidating a more preventive, resilient, and forward-looking defense model aligned with global trends in aerospace security and technological innovation.

Keywords: national security and defense, drones, artificial intelligence; innovation, FAC; technological transformation.

Introducción

En la última década, el entorno de seguridad y defensa ha experimentado una transformación significativa marcada por la incorporación de tecnologías emergentes en los sistemas operacionales militares. Uno de los desarrollos más relevantes en este campo ha sido la integración de la inteligencia artificial (IA) en plataformas de drones, con el propósito de incrementar la eficiencia, reducir los riesgos para el personal y optimizar la gestión de recursos en contextos operacionales exigentes (Casado Faulí et al., 2024; Kurunathan et al., 2022). La Fuerza Aeroespacial Colombiana (FAC), consciente de las limitaciones estructurales que enfrenta, como la disminución del cumplimiento del servicio militar obligatorio y el creciente déficit de soldados, ha emprendido un proceso de modernización tecnológica enfocado en el uso de sistemas aéreos no tripulados con capacidades autónomas.

Esta investigación surge como respuesta a la siguiente pregunta: **¿Cómo la Fuerza Aeroespacial Colombiana (FAC) integra la inteligencia artificial en el uso de drones para potencializar la seguridad y vigilancia de las instalaciones militares?** En este interrogante se basa en la necesidad institucional clara: reforzar la seguridad y defensa de las bases aéreas ante la falta de personal suficiente para cubrir las tareas de vigilancia perimetral y respuesta operativa. A través de un enfoque metodológico cualitativo, con un enfoque mixto con predominancia cualitativa, en un diseño no experimental de tipo transversal descriptivo y alcance correlacional exploratorio (Hernández Sampieri et al. 2022). Este diseño permite caracterizar el proceso de integración de la inteligencia artificial en drones dentro de la Fuerza Aeroespacial Colombiana y analizar su impacto proyectado sobre la optimización del recurso humano y la transformación doctrinal de la institución. Adicional, se analizan los principales proyectos tecnológicos en curso, sus funcionalidades, el impacto directo sobre la redistribución del talento humano y las implicaciones estratégicas para el fortalecimiento de la soberanía y autonomía militar.

A nivel global, se han desarrollado modelos exitosos de implementación de IA en drones militares, donde tecnologías como la visión computacional, el procesamiento autónomo de amenazas y los algoritmos de navegación adaptativa representan capacidades críticas en escenarios de guerra moderna (Sayeed et al., 2024; Lamensch & Matthews, 2025). La FAC ha implementado más de 230 drones en sus bases, formando

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

operadores especializados y creando centros de desarrollo como el Centro de Desarrollo Tecnológico Aeroespacial para la Defensa (CETAD) ubicado en el Comando Aéreo de Combate No.5 (cacom 5) en Rionegro – Antioquia, con sede en la Escuela de Suboficiales de la Fuerza Aeroespacial Colombiana (ESUFA). Estos esfuerzos han producido sistemas avanzados como el DAGGER, dotado de visión artificial; el CERVERO, orientado a la neutralización de amenazas aéreas; y el KRAKEN, con capacidad de carga útil y adaptabilidad táctica. Estos proyectos responden a un contexto donde la defensa no puede depender únicamente del despliegue humano, sino que requiere sensores autónomos, procesamiento de datos en tiempo real y análisis predictivo.

Esta tendencia es coherente con lo observado en escenarios como el de Estados Unidos, Israel y China, donde la supremacía tecnológica basada en IA aplicada a vehículos no tripulados ya forma parte esencial de la doctrina de seguridad nacional (Cockburn, 2015). De este modo, la FAC se alinea con experiencias internacionales exitosas, adaptando sus capacidades a los estándares contemporáneos de guerra híbrida y seguridad estratégica.

A través del estudio, se identifican también retos éticos, doctrinales y logísticos asociados a la implementación de IA en defensa. No se trata simplemente de adoptar tecnología, sino de transformar procesos institucionales, capacitar nuevos perfiles y generar marcos normativos que garanticen el uso responsable y efectivo de estas herramientas. Esta investigación, por tanto, no solo documenta avances tecnológicos, sino que propone una visión crítica y propositiva sobre el papel de la innovación en el sostenimiento de la defensa nacional colombiana en escenarios de incertidumbre y alta demanda operativa.

Marco Teórico

La incorporación de drones con inteligencia artificial (IA) en las Fuerzas Militares representa un fenómeno sociotecnológico y doctrinal que redefine los modelos de defensa, los procesos de toma de decisiones y la relación entre el poder aéreo, la información y la tecnología.

Desde la perspectiva de las Ciencias Sociales aplicadas a la Seguridad y la Defensa, este fenómeno no se limita al desarrollo técnico, sino que constituye un proceso de transformación institucional y cultural, donde la automatización, la inteligencia de datos y el pensamiento adaptativo se convierten en ejes del nuevo paradigma militar.

En este sentido, el marco teórico de la presente investigación busca articular una mirada multidimensional, en la que convergen enfoques tecnológicos, organizacionales y cognitivos para interpretar cómo la Fuerza Aeroespacial Colombiana (FAC) integra la IA en su esquema de seguridad y vigilancia de bases militares, preservando la doctrina del poder aéreo bajo principios de responsabilidad, control humano y eficiencia operativa.

1. Teoría de la Superioridad Algorítmica en la Seguridad Militar

La Teoría de la Superioridad Algorítmica, propuesta y discutida por autores como Horowitz (2019), Schneider (2021) y Allen & Chan (2017), sostiene que, en los conflictos contemporáneos, la ventaja estratégica de una fuerza armada no depende únicamente del número de tropas o del poder de fuego, sino de la capacidad de procesar información,

anticipar escenarios y actuar antes que el adversario mediante sistemas inteligentes basados en algoritmos.

En este sentido, la seguridad militar se redefine como un ecosistema algorítmico, donde la detección temprana, la vigilancia automatizada y la respuesta predictiva constituyen los pilares de la superioridad operacional. La IA se convierte así en un multiplicador de decisión, capaz de analizar volúmenes masivos de datos sensoriales, geoespaciales o de comportamiento en tiempo real, transformándolos en conocimiento táctico accionable.

En el contexto de la Fuerza Aeroespacial Colombiana (FAC), esta teoría permite entender cómo el desarrollo de drones con inteligencia artificial, aunque aún en fase de consolidación, proyecta a la institución hacia un modelo de seguridad algorítmica, donde la capacidad de respuesta no depende exclusivamente del despliegue físico de personal, sino de la velocidad y precisión con la que los sistemas procesan información crítica.

2. Teoría de la Automatización de Procesos

La Teoría de la Automatización de Procesos, formulada por Parasuraman, Sheridan y Wickens (2000), plantea que la delegación de funciones humanas a sistemas automatizados incrementa la eficiencia, reduce errores y optimiza los tiempos de respuesta. Sin embargo, el valor de esta teoría radica en reconocer que la automatización no elimina al ser humano, sino que redefine su rol dentro del sistema. Según Cummings y Draper (2020), la automatización inteligente debe concebirse como una alianza cognitiva en la que el operador conserva la responsabilidad sobre la toma de decisiones críticas.

Aplicada a la FAC, esta teoría explica cómo los drones con IA permiten redistribuir la carga de trabajo, reducir la exposición al riesgo y liberar al personal de tareas repetitivas, para que se concentre en funciones de análisis, interpretación y supervisión táctica. Desde la experiencia del investigador como oficial e ingeniero de proyectos, esta perspectiva demuestra que la automatización no sustituye al soldado, sino que potencia su capacidad operativa, configurando un sistema de defensa más inteligente, ágil y resiliente.

3. Teoría del Queso Suizo

El modelo del Queso Suizo, propuesto por James Reason (1990), es una teoría clave en la gestión de la seguridad organizacional. Cada capa de defensa (normas, protocolos, entrenamiento, tecnología) posee vulnerabilidades (“agujeros”) que, al alinearse, permiten que un error derive en una falla o accidente.

La IA introduce barreras adicionales que fortalecen el sistema de defensa al detectar, analizar y corregir desviaciones antes de que se conviertan en amenazas.

En la seguridad de bases aéreas, la IA actúa como una capa activa y adaptativa, capaz de procesar información en tiempo real y generar alertas predictivas. En la FAC, los drones con IA funcionan como sensores inteligentes que amplían la conciencia situacional y disminuyen la dependencia del error humano, aumentando la

redundancia de protección y la capacidad de respuesta ante intrusiones o eventos anómalos.

4. Teoría de la Guerra Cognitiva

La Teoría de la Guerra Cognitiva, impulsada por el NATO Allied Command Transformation (2022) y autores como Bousquet (2021), sostiene que el nuevo campo de batalla es el dominio cognitivo, donde la información, la percepción y la toma de decisiones son los verdaderos centros de gravedad. En este entorno, la IA se convierte en un multiplicador cognitivo, capaz de analizar datos masivos, anticipar patrones de amenaza y asistir a los comandantes en la comprensión del entorno operacional.

Aplicada al contexto FAC, esta teoría explica cómo la inteligencia artificial potencia la superioridad informacional mediante capacidades de vigilancia persistente, análisis predictivo y disuasión anticipada.

La “guerra cognitiva” no se libra únicamente con armas, sino con información procesada, interpretada y transformada en decisiones inteligentes, fortaleciendo así la seguridad nacional frente a amenazas híbridas o asimétricas.

5. Teoría de los Cinco Anillos de John A. Warden

El Coronel John A. Warden III, estratega de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos, formuló la Teoría de los Cinco Anillos en su obra *The Air Campaign: Planning for Combat* (1988). Esta teoría establece un modelo sistémico de guerra que visualiza al enemigo —o a una estructura objetivo— como un conjunto de cinco anillos concéntricos, cada uno representando un nivel crítico de funcionamiento del sistema adversario:

- I. Liderazgo: El centro del sistema, donde reside la voluntad y la capacidad de decisión.
- II. Procesos orgánicos: Las infraestructuras esenciales que sostienen al sistema (energía, comunicaciones, mando y control).
- III. Infraestructura: Los medios materiales que permiten la acción (instalaciones, bases, transporte).
- IV. Población: El elemento humano y moral del sistema.
- V. Fuerzas desplegadas: La manifestación física del poder militar.

En el contexto de la Fuerza Aeroespacial Colombiana, la teoría de Warden permite interpretar la seguridad de las bases militares como la defensa del tercer anillo (infraestructura), donde se concentra el soporte logístico, tecnológico y moral de la fuerza. La implementación de drones con IA refuerza precisamente ese anillo al proporcionar vigilancia constante, detección temprana y capacidad de respuesta automatizada, reduciendo la vulnerabilidad de los puntos críticos. Además, los anillos segundo y tercero (procesos orgánicos e infraestructura) se relacionan directamente con el uso de IA en mando y control, ya que los sistemas inteligentes fortalecen la conectividad, la información y la protección de los nodos esenciales del poder aeroespacial. De esta manera, la teoría de Warden amplía el sustento doctrinal de esta investigación, vinculando la automatización

tecnológica con la estrategia defensiva de preservación de la capacidad operacional, alineada con los principios del poder aéreo contemporáneo.

En síntesis, la convergencia de las teorías expuestas permite comprender que la incorporación de drones con inteligencia artificial en la Fuerza Aeroespacial Colombiana no constituye únicamente una modernización tecnológica, sino una reconfiguración doctrinal del poder aeroespacial. La automatización de procesos redefine la función del operador como supervisor estratégico; el modelo del Queso Suizo fortalece la gestión de riesgos mediante barreras inteligentes; la guerra cognitiva introduce la información como nuevo teatro de operaciones; y la teoría de los Cinco Anillos de Warden sitúa la protección de la infraestructura crítica como elemento central de la capacidad disuasiva nacional. Desde mi experiencia profesional en el ámbito operativo y de ingeniería de la FAC, esta transformación demanda un liderazgo adaptativo y ético, capaz de integrar la innovación tecnológica con los valores institucionales, asegurando que la IA sea una herramienta para potenciar el talento humano y salvaguardar la soberanía aérea, no para sustituir la esencia del soldado. En este marco, la investigación se inscribe en una visión de defensa donde el conocimiento, la anticipación y la inteligencia tecnológica se convierten en pilares de la seguridad integral del Estado.

Metodología

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto con predominancia cualitativa, orientado a comprender e interpretar los efectos institucionales, tecnológicos y humanos derivados de la integración de drones con inteligencia artificial (IA) en la seguridad de las bases militares de la Fuerza Aeroespacial Colombiana (FAC). El diseño es no experimental y de tipo transversal, pues analiza los fenómenos en un periodo específico (2017–2024) sin manipulación de variables, con un alcance descriptivo e interpretativo de carácter exploratorio-correlacional, al establecer relaciones de sentido entre las percepciones del personal militar, la automatización de procesos y los cambios operativos observados.

La predominancia cualitativa radica en el análisis documental, temático y testimonial, mientras que la dimensión cuantitativa se limitó a la presentación de frecuencias relativas y porcentajes descriptivos obtenidos de encuestas institucionales, integradas mediante triangulación metodológica.

1. Diseño metodológico

El estudio se enmarca en un diseño de estudio de caso instrumental, centrado en la Fuerza Aeroespacial Colombiana como unidad de análisis institucional. Este diseño permite examinar el fenómeno dentro de su contexto real, combinando la revisión documental, el análisis temático de datos cualitativos y la interpretación de información obtenida mediante encuestas y entrevistas. De acuerdo con Hernández Sampieri, Mendoza y Baptista (2022) y Creswell (2014), este enfoque facilita una comprensión profunda de fenómenos complejos al integrar múltiples fuentes de evidencia.

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

El proceso metodológico se desarrolló en cuatro fases:

- I. Recolección documental y contextual: revisión de manuales institucionales, planes estratégicos, disposiciones doctrinales y documentos técnicos sobre innovación tecnológica y sistemas autónomos de defensa.
- II. Organización y clasificación de información: los textos y testimonios se sistematizaron en matrices de análisis elaboradas en Microsoft Excel y Word, agrupando la información en categorías temáticas (automatización, ética, doctrina, optimización del recurso humano, seguridad perimetral, drones autónomos, entre otras).
- III. Aplicación de instrumentos de campo: se emplearon encuestas estructuradas diseñadas y aplicadas mediante la plataforma Microsoft Forms (Office 365), junto con entrevistas semiestructuradas a 50 Oficiales y Suboficiales de la especialidad de Seguridad y Defensa de Bases (SDBA) pertenecientes a distintas Unidades Militares Aéreas (UMA). Asimismo, se realizaron entrevistas en profundidad con los directores del CETAD (Centro de Ensayos y Tecnología Aeroespacial de la Defensa) y del CETIA (Centro de Innovación y Análisis Aeroespacial), con el propósito de conocer de primera mano los avances, lineamientos doctrinales y retos tecnológicos asociados al desarrollo de sistemas autónomos y plataformas con IA en la FAC.
- IV. Triangulación y validación: la información documental, empírica y teórica fue contrastada mediante triangulación de fuentes y categorías, identificando patrones de consistencia y complementariedad entre las percepciones del personal, la doctrina institucional y los avances tecnológicos.

2. Fuentes de información y criterios de búsqueda

Se utilizó un muestreo intencional no probabilístico, seleccionando documentos y actores clave con experiencia directa en el desarrollo o implementación de sistemas con IA en la FAC.

Las fuentes consultadas se clasificaron en tres niveles:

- I. Fuentes primarias: encuestas aplicadas mediante Microsoft Forms, entrevistas con Oficiales y Suboficiales SDBA, y entrevistas institucionales con los directores del CETAD y del CETIA, considerados referentes técnicos y doctrinales en innovación y desarrollo aeroespacial dentro de la FAC.
- II. Fuentes secundarias: artículos científicos y libros revisados por pares, obtenidos en bases académicas como Taylor & Francis, Springer Link, ScienceDirect, Scopus y Google Scholar.
- III. Fuentes terciarias (literatura gris): documentos de la OTAN, RAND Corporation, Chatham House, USAF, U.S. Army y publicaciones de defensa que abordan la aplicación de IA en entornos militares.

Criterios de selección:

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

- I. Relevancia temática en el campo de la IA aplicada a seguridad y defensa.
- II. Actualidad (publicaciones 2015–2024).
- III. Credibilidad institucional y académica.
- IV. Vinculación con doctrina aeroespacial o militar.

3. Instrumentos de recolección y análisis de datos

Se emplearon tres instrumentos principales:

- I. Cuestionario estructurado: compuesto por 13 preguntas distribuidas en cuatro secciones: (1) experiencia directa con drones e IA, (2) percepción sobre optimización del recurso humano, (3) proyección institucional a cinco años, y (4) opinión abierta sobre ventajas, riesgos y recomendaciones. Las encuestas fueron aplicadas a través de Microsoft Forms, permitiendo la recopilación centralizada, segura y anónima de la información.
- II. Guía de entrevista semiestructurada: dirigida a Oficiales y expertos técnicos, incluidos los directores del CETAD y CETIA, para explorar las perspectivas institucionales y tecnológicas sobre la incorporación de drones con IA en el sistema de seguridad y defensa de bases.
- III. Matriz de análisis documental: elaborada en Microsoft Excel y Word, utilizada para organizar los hallazgos en categorías y subcategorías, aplicando la técnica de análisis de contenido temático (Miles, Huberman y Saldaña, 2019).

El análisis combinó métodos cualitativos y cuantitativos descriptivos:

- I. A nivel cualitativo, se aplicó el análisis de contenido temático, identificando patrones, categorías emergentes y relaciones entre las percepciones institucionales, doctrinales y técnicas.
- II. A nivel cuantitativo, se utilizó estadística descriptiva básica (frecuencias y porcentajes), procesada en Microsoft Excel, para representar tendencias en las respuestas obtenidas del personal militar.

4. Validación y rigor científico

Para garantizar la confiabilidad del estudio se implementaron las siguientes estrategias:

- I. Triangulación de fuentes: combinación de información documental, empírica y teórica.
- II. Saturación teórica: identificación de categorías hasta alcanzar repetición conceptual suficiente.
- III. Validación experta: revisión del contenido por asesores metodológicos, directores de centros de innovación de la FAC (CETAD y CETIA) y especialistas técnicos.
- IV. Trazabilidad analítica: registro detallado de los procedimientos de análisis y tabulación en Microsoft Forms y Excel, garantizando transparencia y reproducibilidad.

5. Alcance y limitaciones

El estudio tiene un alcance descriptivo e interpretativo, con apoyo en correlaciones exploratorias de tipo conceptual (no estadísticas). Su propósito es comprender relaciones entre la adopción tecnológica, la percepción institucional y la transformación del recurso humano, sin pretender establecer causalidad. Entre las principales limitaciones se encuentran:

- I. Acceso restringido a información clasificada por motivos de seguridad nacional.
- II. Muestra acotada a unidades operativas con experiencia directa en drones con IA. Estas limitaciones se mitigaron mediante triangulación de fuentes, el uso de entrevistas con autoridades institucionales (CETAD y CETIA) y revisión cruzada con literatura especializada.

6. Consideraciones éticas

El desarrollo del estudio se rigió por principios de integridad científica, confidencialidad y respeto institucional. Las encuestas y entrevistas se realizaron de manera voluntaria y anónima, mediante Microsoft Forms y entrevistas personales, previa autorización institucional.

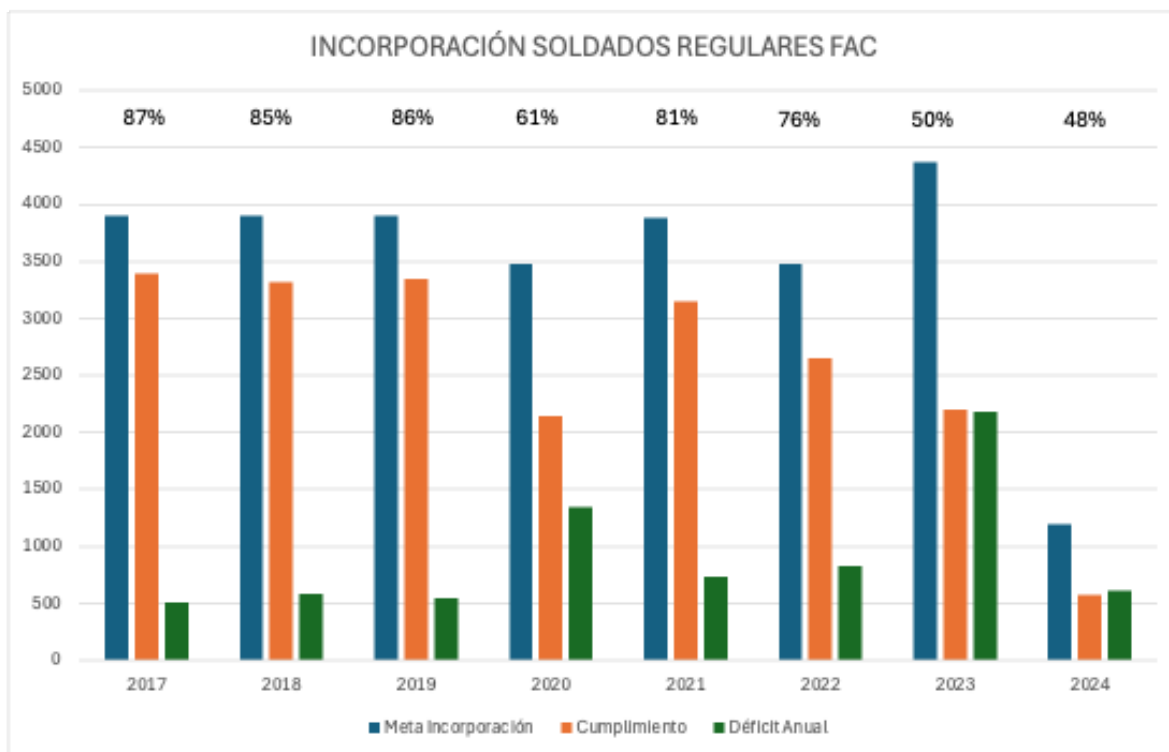
No se divulgó información sensible ni datos clasificados. Se preservó la identidad de los participantes y el manejo ético de los resultados, conforme a las normas de la Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto” (ESDEG) y los lineamientos del Ministerio de Defensa Nacional.

1. Situación actual en la FAC en referencia al personal de soldados requeridos para cumplir con los planes de seguridad y vigilancia de sus Unidades Militares de la FAC.

1.1 Análisis Cuantitativo del Déficit de Reclutamiento (2017-2024)

La Fuerza Aeroespacial Colombiana enfrenta una crisis sistemática y cuantificable en el reclutamiento que compromete directamente la seguridad y defensa de sus unidades militares. El análisis de los datos oficiales de incorporación revela patrones críticos:

Gráfica 1: Metas vs. Cumplimiento de Incorporación de Soldados FAC (2017-2024)



Fuente: Dirección de reclutamiento y control de reservas de la FAC

- I. Caída dramática en 2023 Y 2024: El cumplimiento cayó al 50% Y 48% respectivamente, el nivel más bajo registrado, con un déficit de 2179 y 614 soldados en cada uno de estos años
- II. Recuperación parcial insostenible: Aunque hubo una mejora en 2021 (81%), la tendencia desde 2022 muestra un declive sostenido (76% → 50% → 48%)
- III. Déficit Acumulativo:
- IV. Total de soldados no incorporados (2017-2024): 7.337 soldados
- V. Promedio anual de déficit: 917 soldados por año
- VI. Tendencia post-2020: El déficit promedio anual aumentó a 1.139 soldados (2020-2024) vs. 547 soldados (2017-2019)

Impacto del COVID-19 y Factores Estructurales: El año 2020 marca un punto de inflexión crítico donde la crisis sanitaria exacerbó problemas estructurales preexistentes, pero la incapacidad de recuperar niveles pre-pandemia indica que los factores causales trascienden la emergencia sanitaria.

El déficit en el reclutamiento de soldados se ha visto influenciado por diversos factores de naturaleza normativa y sociocultural que, sin constituir causas únicas, sí inciden en la reducción del pie de fuerza disponible para funciones de seguridad y defensa. Entre estos factores se destacan:

- I. Servicio Social para la Paz: establecido en el artículo 33 de la Ley 418 de 1997, modificado por la Ley 2272 de 2022, ofrece a los jóvenes la posibilidad de cumplir una

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

función social en lugar del servicio militar obligatorio, lo que ha generado una diversificación de opciones para la prestación del servicio a la Nación.

- II. Transformaciones en las motivaciones juveniles: estudios del Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2023) y del Observatorio de Juventud del ICBF (2022) evidencian un cambio progresivo en las aspiraciones de los jóvenes hacia proyectos educativos, tecnológicos y de emprendimiento, reduciendo la proporción de interesados en el servicio militar voluntario.
- III. Prohibición del reclutamiento forzoso: la Ley 1861 de 2017, en sus artículos 4 y 75, prohíbe expresamente las detenciones o “batidas” para reclutamiento, garantizando la voluntariedad del proceso.

Estos elementos normativos y socioculturales, más que causas directas, constituyen condiciones estructurales que contextualizan el déficit de personal militar operativo en la FAC.

1.2 Impactos Operacionales Críticos en la Seguridad de Instalaciones

El análisis de los datos de incorporación permite cuantificar precisamente el impacto en la capacidad operacional:

Déficit Operacional Acumulado:

- I. 7,337 soldados faltantes entre 2017 y 2024 representan aproximadamente 1.9 años completos de incorporación, según el ritmo promedio de cumplimiento de metas establecido por la FAC.
- II. Reducción efectiva de capacidad: Con un promedio de cumplimiento del 75 % en los últimos tres años, la FAC ha operado con un 25 % menos de personal del requerido para cubrir adecuadamente las funciones de seguridad y vigilancia en sus Unidades Militares Aéreas (UMA).
- III. Sobrecarga cuantificada: Como resultado directo, cada soldado activo ha debido asumir funciones equivalentes a 1.4 soldados, generando una presión sostenida sobre la operatividad y la moral del personal desplegado.

1.3 Afectación de los Planes de Seguridad

El déficit de personal genera alto riesgo en la seguridad de las instalaciones militares al no contar con el personal suficiente para cumplir adecuadamente con los planes de seguridad establecidos. Esta situación compromete:

- I. Cobertura perimetral: Insuficiente personal para mantener vigilancia continua en todos los sectores críticos
- II. Protocolos de respuesta: Limitaciones en la capacidad de respuesta ante incidentes simultáneos
- III. Redundancia operacional: Falta de personal de respaldo para contingencias

1.4 Deterioro de las Condiciones del Personal Existente

La escasez de soldados ha generado una sobrecarga operacional en el personal disponible, manifestándose en:

- I. Fatiga permanente: Turnos de guardia prolongados con menor tiempo de descanso.
- II. Aumento de accidentes industriales: Incremento en incidentes relacionados con el agotamiento del personal.
- III. Deserción: Abandono del servicio debido a condiciones laborales adversas.
- IV. Incapacidades médicas: Aumento en condiciones médicas relacionadas con el estrés operacional.

Todo lo inmediatamente anterior a redundado en el debilitamiento de los sistemas de seguridad y defensa por déficit y fatiga del personal.

1.5 Riesgo Estratégico para la Seguridad Nacional

El análisis de tendencias revela un panorama estratégico preocupante:

Proyección Estadística:

- I. Tendencia lineal: Si continúa la tendencia actual, el cumplimiento podría descender al 70% para 2026-2027
- II. Déficit proyectado: Aproximadamente 1,000 soldados anuales no incorporados si no se implementan medidas correctivas
- III. Brecha acumulativa: Para 2030, el déficit acumulado podría superar los 10,000 soldados

Impacto en Capacidad de Respuesta:

- Reducción de turnos: Con 25% menos personal, la capacidad de mantener guardias 24/7 se ve severamente comprometida
- Vulnerabilidad incrementada: Los períodos de menor incorporación de soldados representan ventanas de oportunidad para amenazas externas.

1.6 Vulnerabilidad de las Unidades Militares Aéreas (UMA)

El déficit de personal potencializa significativamente el nivel de riesgo de las UMA de la FAC, lo que compromete:

- I. Capacidad de respuesta: Limitaciones en la capacidad de reacción ante amenazas
- II. Continuidad operacional: Dificultades para mantener operaciones de seguridad 24/7
- III. Poder aéreo nacional: Se compromete el poder aéreo del país.

La situación se ha escalado hasta constituirse como un riesgo directo a la seguridad nacional, considerando que las bases aéreas son activos estratégicos críticos para la defensa del territorio colombiano.

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

El análisis descriptivo de los datos institucionales evidencia un deterioro progresivo en el sistema de reclutamiento de la Fuerza Aeroespacial Colombiana (FAC), cuya afectación trasciende los efectos coyunturales de la pandemia de COVID-19 y se proyecta como una limitación estructural para el sostenimiento de la seguridad operacional. Los registros oficiales del Comando de Personal (2020–2024) reflejan una reducción constante en las tasas de incorporación y en la disponibilidad de soldados para funciones de seguridad y defensa de bases aéreas, con niveles de cumplimiento promedio del 75 % frente a las metas anuales establecidas.

Este déficit, de carácter acumulativo, compromete la capacidad de vigilancia perimetral y de respuesta ante amenazas, generando un impacto directo en la operatividad de las Unidades Militares Aéreas.

La gravedad del déficit de personal en la Fuerza Aeroespacial Colombiana (FAC) se manifiesta en datos contundentes: entre 2017 y 2024, se acumula una brecha de 7.337 soldados, equivalente a 1,9 años completos de incorporación, con un cumplimiento sostenido de metas que oscila entre el 75 % y el 77 %, muy por debajo de los niveles históricos anteriores a 2020. Esta cifra no solo refleja una disfunción en los procesos de reclutamiento, sino que evidencia una sobrecarga operativa real, en la cual cada miembro del personal activo de seguridad y defensa debe asumir funciones equivalentes a 1,4 efectivos, de acuerdo con la planificación estructural inicial.

Este fenómeno tiene un impacto operacional inmediato y mensurable. Las Unidades Militares Aéreas (UMA) actualmente operan con un déficit cercano al 25 % del personal requerido, lo que compromete la cobertura perimetral efectiva, los protocolos de reacción ante incidentes, la redundancia operativa y la capacidad de sostener una vigilancia continua en sectores sensibles. Como resultado, se produce un efecto dominó que deteriora las condiciones laborales del personal activo, incrementa la rotación y desertión, eleva la probabilidad de accidentes laborales, y genera vulnerabilidades sistémicas en la protección de activos estratégicos nacionales (ISDEFE, 2019; Reason, 1990).

Las proyecciones estadísticas revelan un escenario crítico si no se aplican correctivos estructurales: para el bienio 2026-2027, el cumplimiento podría caer al 60%, y de mantenerse esta tendencia, el déficit acumulado podría superar los 10.000 soldados en 2030. Este panorama trasciende la dimensión administrativa o logística, constituyéndose en una amenaza estructural a la capacidad de disuasión y reacción militar de la FAC ante escenarios de seguridad de alta complejidad (Caballero-Martín et al., 2024).

Dentro de los factores causales identificados se destacan: la implementación de alternativas civiles al servicio militar, el descenso sostenido del interés juvenil por carreras militares y la limitación normativa del reclutamiento obligatorio. Estos elementos indican que el fenómeno requiere una respuesta integral, que articule reformas normativas, nuevas políticas de incentivo para el servicio voluntario, estrategias comunicacionales adaptadas a la juventud y una renovación del modelo de carrera militar. En efecto, la crisis de reclutamiento en la FAC no constituye solo un problema de captación, sino un síntoma profundo de la necesidad de transformación estructural del sistema de defensa nacional, orientado a garantizar la protección del espacio aéreo, la soberanía territorial y la estabilidad estratégica del país (Gantiva Castiblanco, 2022).

2. Avances tecnológicos e inversiones realizadas por la FAC en el desarrollo de drones autónomos y sistemas de inteligencia artificial.

En el contexto actual de crecientes desafíos en defensa y seguridad nacional, la Fuerza Aeroespacial Colombiana (FAC) ha reconocido la necesidad de fortalecer sus capacidades tecnológicas frente a limitaciones estructurales que afectan el cumplimiento de su misión. Entre estas limitaciones se encuentra la disminución sostenida del servicio militar obligatorio en Colombia, influida por la implementación del Servicio Social para la Paz, alternativa no armada establecida en la Ley 418 de 1997 y reformada por la Ley 2272 de 2022. Este fenómeno ha reducido la disponibilidad de personal para funciones de seguridad, incrementando la carga operativa y evidenciando la necesidad de soluciones tecnológicas complementarias para la vigilancia y defensa de las Unidades Militares Aéreas (UMA).

Ante este escenario, la FAC adoptó una estrategia de modernización que prioriza la inteligencia artificial (IA) aplicada a sistemas no tripulados, en coherencia con experiencias internacionales donde esta tecnología ha optimizado la vigilancia, reducido la exposición del personal y mejorado la eficiencia táctica (Casado Faulí et al., 2024; Siddiqui & Chen, 2023; Defense Innovation Board, 2019; NATO Science & Technology Organization, 2020).

Desde 2005, la FAC ha incorporado aeronaves remotamente tripuladas (ART), inicialmente destinadas a misiones de inteligencia y reconocimiento con apoyo de los Estados Unidos. El proceso se consolidó en 2014 con la creación de la Escuela Básica de Aeronaves Remotamente Tripuladas (EBART) en el Comando Aéreo de Combate No. 3, centro encargado de la formación estandarizada de operadores y del desarrollo doctrinal sobre el uso seguro de drones en el contexto colombiano (Comunicaciones Estratégicas CACOM 3 FAC, 2020).

A partir de 2018, la FAC implementó el dron MAVIC 2 PRO para vigilancia perimetral, ampliando progresivamente su flota a más de 230 drones tácticos distribuidos en diferentes bases, con 65 operadores capacitados en la especialidad de Seguridad y Defensa de Bases (SDBA). Esta política de expansión tecnológica ha permitido optimizar la vigilancia continua, reducir la fatiga del personal y elevar la eficacia operativa (Comunicaciones Estratégicas CACOM 3 FAC, 2020).

En paralelo, se crearon el Centro de Innovación Tecnológica Aeronáutica (CETIA), en la Escuela de Suboficiales de Madrid, y el Centro de Desarrollo Tecnológico Aeroespacial para la Defensa (CETAD), en el Comando Aéreo de Combate No. 5. Ambos lideran proyectos nacionales de drones con IA, consolidando la capacidad de la FAC para diseñar, integrar y validar tecnologías propias. Entre los desarrollos más destacados se encuentra el dron DAGGER, dotado de visión artificial para reconocimiento facial y detección automática de intrusiones mediante algoritmos de aprendizaje supervisado. Este sistema de vigilancia autónomo puede analizar entornos y emitir alertas en tiempo real, reduciendo la dependencia del monitoreo humano (López, 2025).

De igual forma, el programa UAS Inteligentes impulsa el desarrollo nacional de drones con navegación automatizada, sensores multispectrales y ciberseguridad avanzada,

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

orientados a operar en enjambres coordinados capaces de cubrir amplias áreas con análisis descentralizado de datos (FAC, 2025).

Otro avance significativo es el dron KRAKEN, plataforma táctica de gran capacidad y modularidad, diseñada para misiones logísticas y de seguridad. En su fase actual incorpora módulos de aprendizaje supervisado para mejorar su desempeño en patrullaje, detección ambiental y adaptación de rutas de vuelo. Su versatilidad y capacidad de carga lo posicionan como herramienta estratégica en zonas de difícil acceso o conflicto asimétrico, alineada con tendencias globales en defensa inteligente (Kurunathan, Huang, Li, Ni, & Hossain, 2022).

El sistema CERVERO representa un salto cualitativo en la defensa anti-UAV, al integrar algoritmos de IA para detectar, clasificar y neutralizar drones hostiles mediante análisis de trayectorias y firmas electrónicas. Este desarrollo permite responder con alta precisión ante amenazas no convencionales, especialmente las empleadas por actores irregulares (Brown, 2022). Por su parte, el dron experimental CÓNDOR se orienta a misiones de seguridad en entornos urbanos y de apoyo logístico. Aunque aún no integra IA de manera completa, ha sido clave para validar algoritmos de vuelo autónomo y visión computacional, constituyéndose en plataforma de experimentación para futuras generaciones de drones inteligentes (Goodfellow, Bengio & Courville, 2016).

La siguiente matriz resume los principales desarrollos de la FAC en drones con IA, clasificando su tipo de inteligencia, nivel de autonomía y propósito operativo:

Proyecto	Tipo de IA aplicada	Propósito operativo	Nivel de autonomía	Tipo de vigilancia
DAGGER	IA operativa (navegación y reconocimiento autónomo)	Vigilancia perimetral y detección de intrusiones en tiempo real	Semiautónomo con control remoto supervisado	Activa
KRAKEN	IA analítica (fusión de datos y reconocimiento de patrones)	Análisis predictivo de movimientos en zonas de riesgo y alerta temprana	Autonomía limitada con procesamiento en servidor central	Activa y pasiva
CÓNDOR	IA operativa con aprendizaje supervisado	Inspección de infraestructura y reconocimiento de terrenos en zonas de difícil acceso	Semiautónomo	Pasiva
CERVERO	Sistema integral de IA táctica (visión computacional y toma de decisiones asistida)	Integración de datos multi-plataforma para apoyo al mando y control	Autónoma supervisada	Activa

Fuente: Elaboración propia con base en (FAC, 2025; López, 2025)

El uso de estas plataformas experimentales se enmarca en una tendencia global que privilegia la validación práctica de algoritmos en ambientes reales antes de su adopción en drones tácticos de gran escala. Kurunathan et al. (2022) destacan que los drones ligeros permiten integrar aprendizaje automático con bajo riesgo operativo, mientras que

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

Goodfellow, Bengio y Courville (2016) subrayan la importancia del ciclo continuo de entrenamiento, prueba y retroalimentación para el perfeccionamiento de la inteligencia computacional en defensa.

Estos esfuerzos evidencian un cambio doctrinal en la FAC, que pasa de una seguridad reactiva a un modelo predictivo y automatizado, basado en el análisis inteligente de datos. El operador ya no actúa solo como vigía, sino como analista de información generada por sistemas autónomos, lo que amplía su capacidad estratégica sin sustituirlo. Esta transformación posiciona a la FAC como institución pionera en la región en el uso militar de IA, alineada con potencias como Estados Unidos, Israel y China, donde la tecnología ha mejorado la cobertura, reducido costos y minimizado la exposición del personal (Chen et al., 2020; Smith & Taylor, 2023).

La incorporación de IA en drones ha impulsado la creación de un ecosistema interno de innovación que articula capacidades científicas, tecnológicas y operativas. El CETAD y el CETIA actúan como núcleos de transferencia tecnológica, fomentando la cooperación con centros académicos, la formación de talento especializado y la generación de conocimiento aplicado a defensa. Gracias a esta articulación, la FAC transita de ser una fuerza usuaria de tecnología a una fuerza productora de soluciones autónomas para la seguridad nacional.

Actualmente, la Fuerza explora nuevas aplicaciones de IA para vigilancia predictiva, análisis de comportamiento y fusión de información multisensorial, orientadas a anticipar amenazas y activar protocolos de alerta temprana. Estos desarrollos se acompañan de mantenimiento predictivo de aeronaves, sustentado en algoritmos que detectan anomalías y optimizan la disponibilidad operativa (Popescu et al., 2021). Asimismo, los simuladores inteligentes de entrenamiento permiten recrear escenarios de riesgo sin exponer personal ni material, mejorando la preparación táctica y la gestión logística. El impacto de estas iniciativas trasciende el ámbito operacional. Al consolidar capacidades autónomas, la FAC fortalece su independencia tecnológica y su posición estratégica regional, reduciendo la dependencia de proveedores externos y aumentando su capacidad de cooperación internacional. Experiencias como las de la base aérea de Tyndall (EE. UU.), donde los drones autónomos redujeron un 50 % las falsas alarmas, o la frontera de Gaza (Israel), donde la vigilancia aérea persistente ha salvado vidas, demuestran el potencial de esta tecnología cuando se integra con visión estratégica (Smith & Taylor, 2023; Chen, Zhang & Martin, 2020).

En Colombia, estudios de la Universidad Militar Nueva Granada (2023) muestran una reducción del 40 % en incursiones no autorizadas y una mejora notable en la detección temprana de amenazas en zonas de alto riesgo, confirmando que la IA aplicada a drones representa una respuesta eficaz a limitaciones estructurales de seguridad.

En conclusión, la Fuerza Aeroespacial Colombiana ha consolidado una capacidad creciente para el desarrollo y aplicación de drones con IA orientados a la optimización del recurso humano y la seguridad operacional. Proyectos como DAGGER, KRAKEN, CÓNDOR, CERVERO y el programa UAS Inteligentes evidencian una estrategia integral de transformación tecnológica y doctrinal. Como señalan Rowe y Beard (2021), la integración de IA en plataformas militares redefine las estrategias defensivas hacia modelos

preventivos, resilientes y basados en automatización inteligente. En este sentido, la IA no solo constituye una herramienta técnica, sino un pilar doctrinal para la defensa moderna, que consolida a la FAC como líder regional en innovación y seguridad aeroespacial.

3. Proyección del impacto de la implementación de drones con inteligencia artificial en las operaciones de seguridad y vigilancia de las unidades militares de la FAC frente a la optimización de los recursos humanos.

Con el propósito de sustentar empíricamente la proyección del impacto que la implementación de drones con inteligencia artificial (IA) puede generar en las operaciones de seguridad y defensa de la Fuerza Aeroespacial Colombiana (FAC), especialmente en lo relativo a la optimización del personal especializado, se analizaron los resultados obtenidos a partir de las encuestas estructuradas aplicadas al personal militar de la especialidad de Seguridad y Defensa de Bases (SDBA), complementadas con las entrevistas realizadas a los directores del CETAD y del CETIA. Estos instrumentos, descritos detalladamente en el apartado metodológico, sirvieron como base para identificar percepciones y tendencias institucionales relacionadas con la incorporación de drones con inteligencia artificial (IA) en las operaciones de seguridad y vigilancia de las Unidades Militares Aéreas (UMA). El análisis de la información se realizó mediante un proceso de categorización temática y triangulación de fuentes, lo que permitió agrupar los hallazgos en tres dimensiones analíticas: eficiencia operativa, optimización del recurso humano y percepción institucional frente al uso de sistemas autónomos. Los resultados evidenciaron una tendencia positiva hacia la adopción de estas tecnologías, resaltando su contribución en la reducción de la carga operativa, el aumento de la cobertura de vigilancia y la optimización de los recursos humanos. La trazabilidad de las preguntas, categorías y resultados obtenidos se presenta en el Anexo 3, donde se evidencia el tratamiento sistemático de los datos y la correspondencia entre los instrumentos aplicados y las conclusiones derivadas.

Los resultados obtenidos a partir de la encuesta aplicada a 50 Oficiales y Suboficiales pertenecientes a la especialidad de seguridad y defensa de bases de la Fuerza Aeroespacial Colombiana (FAC) evidencian una percepción consistente sobre el impacto transformador de los drones con inteligencia artificial (IA) en las operaciones militares. El 100 % de los encuestados manifestó haber interactuado directamente con estas plataformas, y de ellos, un 60 % adicional reconoció que dichas tecnologías han reemplazado, de forma total o parcial, funciones anteriormente ejecutadas por personal humano. Estos hallazgos sugieren que la automatización de tareas operativas rutinarias y de bajo nivel cognitivo ya está consolidándose en varias unidades tácticas. Este fenómeno es coherente con lo expuesto por Cummings (2021), quien sostiene que los sistemas autónomos dotados de IA están modificando de forma sustancial los roles del personal militar, liberándolos de actividades repetitivas y permitiéndoles concentrarse en funciones de análisis, supervisión y toma de decisiones estratégicas.

La encuesta también revela que el 74% de los encuestados considera que los drones con IA han incrementado significativamente la eficiencia operativa del personal de seguridad. Esta percepción es congruente con las tendencias globales en seguridad. Según el documento de la Universidad Politécnica de Madrid (2019), la IA en seguridad se está aplicando de forma creciente en sistemas autónomos, sonorización avanzada,

procesamiento de grandes volúmenes de datos e integración robótica, lo cual permite no solo una reacción más rápida ante amenazas, sino una cobertura más amplia y continua.

La disminución de la exposición del personal a tareas de alto riesgo fue identificada como uno de los beneficios más relevantes derivados del uso de drones con inteligencia artificial (IA). En el análisis cualitativo de las respuestas abiertas de la encuesta aplicada, una parte significativa de los encuestados destacó expresiones como “reducción del riesgo humano” y “menor fatiga operativa” al referirse al impacto positivo de estas tecnologías en el entorno laboral. Este hallazgo se encuentra en consonancia con la teoría del “modelo del queso suizo” de James Reason, la cual sostiene que los sistemas complejos requieren múltiples capas de defensa —incluidas barreras tecnológicas— para prevenir errores humanos y fallos sistémicos. En este sentido, los drones con IA operan como una salvaguarda adicional que minimiza la ocurrencia de accidentes organizacionales al reducir la carga física y cognitiva sobre el personal (Reason, 2000).

Además, el 70% de los encuestados considera viable redistribuir al personal gracias a la incorporación de drones. Esta redistribución no significa una simple reducción, sino una reconfiguración funcional del talento humano. Como se argumenta en el documento de Gantiva Castiblanco (2022), el uso de IA en defensa requiere redefinir los marcos doctrinales, capacitar nuevos perfiles y asumir un enfoque ético que contemple la transición tecnológica no como sustitución, sino como complementación del factor humano.

Al proyectar esta tendencia hacia el mediano plazo, los resultados se tornan aún más elocuentes: el 70 % de los encuestados considera que entre el 10 % y el 50 % del personal actualmente asignado a operaciones de seguridad en bases podría ser reasignado o reducido durante los próximos cinco años. Esta estimación no solo refleja la expectativa de una creciente penetración tecnológica, sino también pone en evidencia la necesidad imperativa de formular políticas institucionales orientadas a una transición laboral responsable. En este contexto, resulta prioritario que la FAC desarrolle estrategias de formación técnica, reconversión de perfiles y gestión del cambio organizacional. Tal como señala Chesterman (2021), la integración de inteligencia artificial en estructuras militares no debe limitarse a la adquisición de sistemas tecnológicos, sino que exige repensar la dimensión humana de la transformación, asegurando que el talento existente sea reubicado estratégicamente para fortalecer funciones analíticas, decisionales o de supervisión crítica.

Desde una perspectiva técnica, la utilización de drones con inteligencia artificial se posiciona como una estrategia eficaz en entornos operacionales que demandan vigilancia constante, capacidad de detección proactiva de anomalías y respuestas oportunas por parte de las fuerzas de defensa. La integración de algoritmos de aprendizaje automático, visión computacional y autonomía operativa permite escalar las misiones sin necesidad de incrementar proporcionalmente el personal de seguridad, generando una optimización sustancial de los recursos disponibles. Esta evolución tecnológica no solo mejora la eficiencia de las operaciones, sino que redefine los esquemas de supervisión y control en escenarios complejos. De acuerdo con Horowitz, Scharre y Mayer (2018), los sistemas autónomos impulsados por IA están transformando el campo de batalla al proporcionar capacidades de vigilancia más precisas y sostenidas, lo cual permite a las fuerzas armadas operar con mayor agilidad y menores riesgos humanos en contextos tácticos de alta demanda.

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

Sin embargo, este proceso no está exento de desafíos. Tal como lo expresa el informe del Defense Innovation Board (2020), cualquier implementación de IA en defensa debe estar acompañada de principios éticos claros, regulación apropiada, validación técnica de algoritmos y un control humano significativo, especialmente cuando las decisiones que toma el sistema pueden afectar vidas humanas, derechos o integridad de instalaciones estratégicas.

De ahí que la optimización del recurso humano no debe interpretarse como una simple automatización, sino como un reajuste institucional, donde los Oficiales, Suboficiales y soldados asuman nuevos roles: operadores de sistemas, analistas de datos, evaluadores de escenarios, desarrolladores de protocolos de intervención tecnológica, entre otros. Como señala el documento de Isdefe (2019), la IA en defensa genera una reconversión de habilidades que exige repensar la carrera militar en términos de competencias digitales, habilidades técnicas y toma de decisiones asistida por algoritmos.

Adicionalmente, desde el plano normativo y estratégico, Colombia ya ha iniciado el diseño de un marco ético para la inteligencia artificial, como se refleja en el documento CONPES 3995 de 2020, que establece lineamientos para la confianza y seguridad digital. Aunque aún no está dirigido específicamente al ámbito militar, este marco representa una oportunidad para alinear las prácticas de la FAC con las exigencias legales, morales y sociales que demanda el uso de tecnologías autónomas en defensa.

Por lo anterior, los resultados de la encuesta respaldados por hallazgos en la literatura especializada permiten proyectar que la integración de drones con inteligencia artificial (IA) en la Fuerza Aeroespacial Colombiana tendrá un efecto transformador sobre las operaciones de seguridad y defensa, con implicaciones directas en la optimización del recurso humano. El traslado de funciones repetitivas a sistemas autónomos no solo incrementa la eficiencia operativa y reduce la exposición del personal a riesgos, sino que también libera al personal de la especialidad de seguridad y defensa para asumir roles de mayor valor estratégico. No obstante, esta transformación exige afrontar desafíos relacionados con la capacitación técnica, la adaptación doctrinal y el establecimiento de marcos éticos de gobernanza. Tal como argumenta Allen (2021), el despliegue de sistemas autónomos en entornos militares requiere una planificación deliberada que considere no solo los beneficios tecnológicos, sino también la preparación organizacional para integrarlos de manera segura y responsable.

En un horizonte de cinco años, y en consonancia con las tendencias tecnológicas actuales y la percepción colectiva levantada en campo, es razonable anticipar una reorganización funcional sustancial del personal dedicado actualmente a la seguridad y defensa de bases aéreas. Esta transformación implicará su progresiva reconversión hacia roles técnicos, operativos y analíticos, centrados en la gestión, mantenimiento y evaluación de sistemas autónomos. La Fuerza Aeroespacial Colombiana (FAC) cuenta con ventajas comparativas clave, como una cultura organizacional orientada a la innovación, centros de desarrollo tecnológico consolidados y una doctrina institucional en proceso de evolución. Si se mantienen los niveles de inversión tecnológica y se refuerzan los programas de formación especializada, la FAC estará en capacidad de consolidar un modelo de seguridad y defensa inteligente, resiliente y alineado con las mejores prácticas internacionales. En esta línea, la RAND Corporation (2018) advierte que el éxito de la integración de tecnologías

autónomas en la defensa no solo depende de la adquisición de capacidades, sino de la transformación institucional para sostenerlas a largo plazo.

Conclusiones

La investigación evidencia que la Fuerza Aeroespacial Colombiana ha adoptado una estrategia coherente de modernización operativa mediante la integración de drones con inteligencia artificial, en respuesta al déficit creciente de personal y a la necesidad de mantener capacidades de vigilancia en un entorno de seguridad cada vez más complejo. Esta decisión institucional, lejos de representar una solución improvisada, se enmarca en una política tecnológica de largo plazo que busca compensar las limitaciones estructurales del sistema de defensa tradicional.

Los desarrollos como DAGGER, KRAKEN, CÓNDOR, CERVERO y el programa UAS Inteligentes representan no solo avances en materia de hardware y software, sino una transformación profunda en la doctrina operacional de la FAC. Estos sistemas han logrado liberar al personal de tareas repetitivas y peligrosas, reorientando su función hacia el análisis táctico, la operación técnica y la supervisión estratégica, en línea con los principios de guerra cognitiva y vigilancia inteligente que marcan las nuevas tendencias globales.

Sin embargo, la implementación de estas capacidades también ha generado desafíos. Existen vacíos normativos, requerimientos de formación técnica especializada y la necesidad de mantener un control ético sobre el uso de la inteligencia artificial en contextos militares. La FAC debe consolidar un marco doctrinal que integre estas tecnologías de forma sostenible, garantizando interoperabilidad, seguridad cibernética y cumplimiento de estándares internacionales en el uso de sistemas autónomos.

En síntesis, el uso de drones con IA representa una oportunidad estratégica para fortalecer la seguridad y defensa de las bases militares en Colombia. Si se mantiene el ritmo de inversión, capacitación y desarrollo autónomo, la FAC podrá consolidarse como una institución pionera en América Latina en el uso responsable, eficiente y ético de estas tecnologías, asegurando así la soberanía, la prevención de amenazas y la optimización del recurso humano en escenarios críticos.

Referencias

Casado Faulí, A. M., Malizia, M., Hasselmann, K., Le Flécher, E., De Cubber, G., & Lauwens, B. (2024). *HADRON: Human-friendly control and artificial intelligence for military drone operations*. arXiv. <https://arxiv.org/html/2408.07063v1>

Cockburn, A. (2015). *Kill Chain: Drones and the Rise of High-Tech Assassins*. <https://es.scribd.com/document/857027576/KILL-CHAIN-the-Rise-of-the-High-Tech-Assassins>

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

Kurunathan, H., Huang, H., Li, K., Ni, W., & Hossain, E. (2022). *Machine learning-aided operations and communications of unmanned aerial vehicles: A contemporary survey*. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2211.04324>

Lamensch, M., & Matthews, D. (2025). *AI-driven drones: Future of defence*. MIGS Institute. https://migsinstitute.org/wp-content/uploads/2025/04/AI-drones-future-of-defense-MatthewsLamensch_PAPER-WEB.pdf

Sayeed, A., Ahamad, M. M., Nayak, A., & Afsar, M. M. (2024). *Advancing UAV security with artificial intelligence: A comprehensive survey*. Scientific Reports. <https://acortar.link/bsTUFe>

Caballero-Martín, D., Lopez-Guede, J. M., Estevez, J., & Graña, M. (2024). Artificial Intelligence Applied to Drone Control: A State of the Art. *Drones*, 8(7), 296. <https://doi.org/10.3390/drones8070296>

Gantiva Castiblanco, C. (2022). Ética militar e inteligencia artificial: reflexiones para Colombia desde el contexto global actual. En *Ética militar y nuevas formas de guerra: Retos para las Fuerzas Armadas colombianas* (pp. 124–135). Escuela Superior de Guerra. <https://librosesmic.com/index.php/editorial/catalog/view/81/72/1777>

Defense Innovation Board. (2019). *AI principles: Recommendations on the ethical use of artificial intelligence by the Department of Defense*. U.S. Department of Defense. https://www.aiaa.org/wp-content/uploads/2024/12/DIB_AI_PRINCIPLES_PRIMARY_DOCUMENT.pdf

NATO Science & Technology Organization. (2020). *Science & technology trends 2020–2040: Exploring the evolving technological landscape*. https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/2020/4/pdf/190422-ST_Tech_Trends_Report_2020-2040.pdf

ISDEFE. (2019). Impacto de la inteligencia artificial en defensa y seguridad. Cátedra Ingeniero General D. Antonio Remón y Zarco del Valle – Universidad Politécnica de Madrid. https://media.telefonicatech.com/telefonicatech/uploads/2021/1/4721_Programa-curso-de-verano-2019.v10.pdf

Sloane, M. (2022, diciembre). Drones as Security Tools. *Security Magazine*. <https://acortar.link/gfkacB>

Hernández Sampieri, R., Mendoza Torres, C., & Baptista Lucio, P. (2022). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (7ª ed.). McGraw-Hill.

Comunicaciones Estratégicas CACOM 3 FAC. (2020). Informe interno sobre EBART. Comando Aéreo de Combate No. 3, Fuerza Aeroespacial Colombiana.

FAC – Fuerza Aeroespacial Colombiana. (2025). Programa UAS inteligentes y reportes de avance tecnológico. Dirección de Ciencia, Tecnología e Innovación.

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT Press. [http://alvarestech.com/temp/deep/Deep%20Learning%20by%20Ian%20Goodfellow,%20Yoshua%20Bengio,%20Aaron%20Courville%20\(z-lib.org\).pdf](http://alvarestech.com/temp/deep/Deep%20Learning%20by%20Ian%20Goodfellow,%20Yoshua%20Bengio,%20Aaron%20Courville%20(z-lib.org).pdf)

López, J. (2025, 10 de febrero). Entrevista técnica sobre proyectos de drones con IA. Centro Tecnológico de Innovación Aeroespacial (CETIA), Fuerza Aeroespacial Colombiana.

Ministerio de Defensa. (2023). Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Defensa 2022–2030. Gobierno de Colombia. <https://www.mindefensa.gov.co/ministerio/centro-de-documentos/politicas-sectoriales/plan-estrategia-de-tecnologias-de-informacion>

Smith, J., & Taylor, R. (2023). Artificial intelligence in military applications: Current trends and future prospects. *Journal of Defense Studies*, 45(3), 123–145. https://www.researchgate.net/publication/352801264_Artificial_Intelligence_in_Military_Application_-_Opportunities_and_Challenges

Tovar, E. (2025, 4 de febrero). Informe de distribución operativa de drones tácticos. Jefatura de Seguridad y Defensa de Bases, Fuerza Aeroespacial Colombiana.

Universidad Militar Nueva Granada. (2023). Evaluación del impacto de drones con IA en seguridad perimetral. Facultad de Estudios Estratégicos y Seguridad. <https://repository.umng.edu.co/items/5d1554ac-7e72-4243-ad36-4a6bc6ca9fb1>

Popescu, A., Botezatu, N., Mogan, G., & Ciobanu, R. (2021). Artificial intelligence applied in predictive maintenance for unmanned aerial vehicles. *Applied Sciences*, 11(18), 8372. <https://doi.org/10.3390/app11188372>

Rowe, N. C., & Beard, J. E. (2021). Artificial intelligence in military systems: Applications, challenges, and implications. *Military Review*, 101(2), 56–66. https://www.researchgate.net/publication/352801264_Artificial_Intelligence_in_Military_Application_-_Opportunities_and_Challenges

Cummings, M. L. (2021). *Artificial intelligence and the future of warfare*. Chatham House – The Royal Institute of International Affairs. <https://www.chathamhouse.org/sites/default/files/publications/research/2017-01-26-artificial-intelligence-future-warfare-cummings-final.pdf>

Reason, J. (2000). Human error: Models and management. *BMJ*, 320(7237), 768–770. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC1117770/>

Chesterman, S. (2021). *We, the Robots? Regulating Artificial Intelligence and the Limits of the Law*. Cambridge University Press. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4231363

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

Horowitz, M. C., Scharre, P., & Mayer, L. H. (2018). *Artificial Intelligence and International Security*. Center for a New American Security (CNAS). <https://www.cnas.org/publications/reports/artificial-intelligence-and-international-security>

Allen, G. C. (2021). *Understanding AI Technology*. U.S. Government Publishing Office. <https://apps.dtic.mil/sti/tr/pdf/AD1099286.pdf>

RAND Corporation. (2018). *The Role of Autonomy in DoD Systems*. Santa Monica, CA: RAND National Security Research Division. file:///Users/deigocargame/Downloads/RAND_RR4402.pdf

Cummings, M. L., & Draper, M. H. (2020). *Human-autonomy teaming: A vision of future warfighting*. In D. P. Miller & N. J. Cooke (Eds.), **Human factors of a technological future** (pp. 45–64). CRC Press. https://www.researchgate.net/publication/323373270_Human-autonomy_tearing_in_military_settings

Parasuraman, R., Sheridan, T. B., & Wickens, C. D. (2000). A model for types and levels of human interaction with automation. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics - Part A: Systems and Humans*, 30(3), 286–297. https://www.researchgate.net/publication/11596569_A_model_for_types_and_levels_of_human_interaction_with_automation_IEEE_Trans_Syst_Man_Cybern_Part_A_Syst_Hum_303_286-297