

Capítulo 5

Bases aéreas inteligentes: transformación digital y tecnológica en la infraestructura de defensa desde el concepto de *Smart Cities**

DOI: <https://doi.org/10.25062/9786287818231.05>

Genny Marcela Morales Herrera

Sonia Karolina Torres Pinto

Escuela Superior de Guerra "General Rafael Reyes Prieto"

Resumen: Este capítulo analiza el modelo de bases aéreas inteligentes, tomando como referencia el concepto de *Smart Cities* y el proyecto BACSI del Ejército del Aire y del Espacio de España, con el fin de proponer una estrategia de transformación digital y tecnológica para la Fuerza Aeroespacial Colombiana. Se adopta un enfoque cualitativo y documental, basado en el análisis comparativo y hermenéutico de documentos oficiales y literatura especializada. Se identifican brechas tecnológicas y se presentan lineamientos estratégicos adaptables al contexto colombiano. El estudio concluye que la integración de tecnologías emergentes en la infraestructura militar, en armonía con factores humanos, normativos e institucionales, es clave para lograr una modernización efectiva y sostenible del sector defensa.

Palabras clave: Ciudades inteligentes; ciberdefensa; ciberseguridad; gobierno electrónico; Industria 4.0; tecnologías de la Información.

* Capítulo de libro resultado del proyecto de investigación "Desafíos contemporáneos en la investigación para la Formación y la Doctrina en seguridad y defensa de la Escuela Superior de Guerra: Reingeniería VINVE FASE I" del grupo de investigación "Centro de gravedad" de la Escuela Superior de Guerra "General Rafael Reyes Prieto", categorizado en A1 por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (Minciencias) y registrado con el código COL0104976. Los puntos de vista y los resultados de este capítulo pertenecen a los autores y no reflejan necesariamente los de las instituciones participantes.

Genny Marcela Morales Herrera

Magister en Derecho con énfasis en Transporte, Logística e Infraestructura, Magister en Ciudades Inteligentes, Universidad Externado de Colombia. Especialista en Derecho Contractual, Especialista en Responsabilidad Civil y del Estado. Abogada, Universidad Libre de Pereira, Colombia. Estudiante del Curso de Información Militar, Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”, Colombia.

<https://orcid.org/0009-0009-6776-5380> - Contacto: genny.morales@esdeg.edu.co

Sonia Karolina Torres Pinto

Profesional en Relaciones Internacionales y Estudios Políticos, Universidad Militar Nueva Granada, Colombia. Magister en Asuntos Internacionales, Universidad Externado de Colombia. Estudiante del Curso de Información Militar, Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”, Colombia.

<https://orcid.org/0009-0004-5480-2065> - Contacto: sonia.torres@esdeg.edu.co

Citación APA: Morales Herrera, G. M. & Torres Pintor, S. K. (2025). Bases aéreas inteligentes: transformación digital y tecnológica en la infraestructura de defensa desde el concepto de Smart Cities. En J. C. Aristizábal Murillo (Ed.), *Huella Militar Cero: Estrategias para una defensa sostenible*. (pp. 121-147). Sello Editorial ESDEG.
<https://doi.org/10.25062/9786287818231.05>

HUELLA MILITAR CERO: ESTRATEGIAS PARA UNA DEFENSA SOSTENIBLE

ISBN impreso: 978-628-7818-24-8

ISBN digital: 978-628-7818-23-1

DOI: <https://doi.org/10.25062/9786287818231>

Colección Seguridad y Defensa

Sello Editorial ESDEG

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes prieto”

Bogotá D.C., Colombia

2025



Introducción

En un entorno global marcado por el avance acelerado de las tecnologías digitales y la transformación de los entornos urbanos y estratégicos, el concepto de *Smart Cities* ha irrumpido como un paradigma de gestión eficiente, sostenible e interconectada (Ospina, et al., 2020). Esta visión, originalmente centrada en las ciudades, ha trascendido hacia otros dominios, entre ellos el sector defensa, generando propuestas innovadoras como las *bases aéreas inteligentes*, las cuales según Arata & Hale (2018), son concebidas como nodos autónomos capaces de integrar tecnologías emergentes, optimizar operaciones y fortalecer la seguridad nacional desde una perspectiva digital e interoperable.

Es así como en Colombia, actualmente las Fuerzas Militares enfrentan el reto de transformar su infraestructura haciendo uso de los desarrollos y avances de las tecnologías de la 4a Revolución Industrial, a fin de cumplir su misión bajo modelos inteligentes que permitan configurar sus capacidades como nodos estratégicos para la Defensa y Seguridad de la Nación. De esta manera, se plantea el concepto de “Bases Aéreas Inteligentes” con fundamento en la convergencia entre tecnologías emergentes y el concepto de *Smart Cities*, permitiendo el desarrollo de entornos operativos autónomos, seguros e interconectados.

El presente capítulo tiene como objetivo analizar el modelo de Bases Aéreas Inteligentes, basado en el concepto de *Smart Cities* y en el Proyecto BACSI de España, para valorar su potencial como estrategia de transformación digital y tecnológica de la Fuerza Aeroespacial Colombiana.

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo de carácter documental y comparativo, mediante la revisión de literatura académica, documentos institucionales y experiencias internacionales de países y organizaciones que han avanzado en la implementación de modelos de bases inteligentes. El método

empleado combina el análisis hermenéutico con la sistematización comparativa, lo cual permite identificar buenas prácticas, retos y oportunidades que pueden ser útiles para el contexto colombiano. La pregunta de investigación que orienta este trabajo es: *¿Cómo puede el modelo de Bases Aéreas Inteligentes, basado en el concepto de Smart Cities y el Proyecto BACSI de España, servir como estrategia para la transformación digital y tecnológica de la Fuerza Aeroespacial Colombiana?*

En cuanto a su estructura, el capítulo se organiza en tres grandes apartados. En primer lugar, se analizan experiencias internacionales relevantes como los proyectos de la OTAN en materia de *Smart Defence*, la iniciativa “*Base of the Future*” de la USAF, la transformación de la Paya Lebar Air Base en Singapur y el concepto de *Smart Military Base* en India. En segundo lugar, se presentan lineamientos estratégicos orientados a la incorporación de tecnologías emergentes, la sostenibilidad y eficiencia energética, y la interoperabilidad institucional. Finalmente, se aborda la importancia de la adaptación del modelo BACSI al contexto colombiano, considerando su potencial como referente en Latinoamérica y como mecanismo de fortalecimiento de la cooperación internacional.

La brecha de investigación identificada radica en la ausencia de estudios aplicados al caso colombiano y latinoamericano. La literatura disponible sobre bases inteligentes proviene principalmente de países desarrollados, lo cual evidencia un vacío académico y práctico en la región. Esta falta de análisis contextualizado justifica la pertinencia del presente estudio, que busca aportar elementos teóricos y estratégicos para la transformación digital y tecnológica de la Fuerza Aeroespacial Colombiana.

En este sentido, se parte del supuesto de que, si bien existen avances en digitalización y automatización en algunos procesos de la Fuerza Aeroespacial Colombiana, estos han sido implementados de forma fragmentada y sin un marco conceptual articulador, lo que limita su alcance y sostenibilidad a largo plazo.

El concepto de Smart Cities enfocado al entorno militar

De acuerdo con los informes presentados por el Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas, actualmente se concentra en las ciudades el 55% de la población mundial con una proyección de crecimiento exponencial para el futuro, lo que quiere decir, que, en las próximas décadas, la mayoría

de la población vivirá en entornos urbanos (Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de la ONU, 2018).

Como consecuencia de lo anterior, las ciudades se enfrentan a múltiples desafíos para lograr su funcionalidad en términos de eficiencia y bienestar social, frente a lo cual surge el concepto de *Smart Cities* o Ciudades Inteligentes, como una propuesta que haga frente a dichos desafíos gestionando mejor los entornos urbanos con apoyo en las tecnologías de la 4ª Revolución Industrial, como IoT (*Internet of Things*), *BlockChain*, *BigData* e Inteligencia Artificial, con el fin de mejorar las condiciones de vida de sus ciudadanos, tal como ocurre con ciudades como Helsinki en Finlandia o la ciudad de Bilbao en España, en donde según Telefónica (2023) la obtención de datos y su análisis, han permitido obtener mejoras significativas en la dinámica de las ciudades en áreas como el transporte público, vigilancia y seguridad territorial, abastecimiento y consumo energético, así como el acceso digital a los servicios gubernamentales.

Ahora bien, teniendo en cuenta lo expuesto, y considerando que las bases militares operan como una pequeña ciudad - en la medida en que deben garantizar todos los servicios esenciales para satisfacer las necesidades básicas de su población interna -, es importante resaltar que su misión trasciende el ámbito interno. En efecto, su propósito fundamental se orienta hacia el exterior, en la atención de necesidades estratégicas asociadas principalmente con la seguridad y defensa de la población civil asentada en el territorio bajo su jurisdicción.

Por otra parte, es importante tener presente que en la actualidad la función de las Fuerzas Militares no solo se encuentra sujeta a la realización de operaciones militares, toda vez que, de acuerdo con González (2023) sus capacidades se despliegan más allá de lo relacionado con la aplicación de la fuerza, por ejemplo, en la atención de desastres naturales, emergencias sanitarias como la reciente pandemia del COVID-19 y la ayuda humanitaria a otros países amigos. Igualmente, sus desafíos, hoy van más allá de resistir un ataque militar de actores enemigos, pues las amenazas actuales son de diferente índole, con connotaciones tecnológicas importantes como las ciber-amenazas.

Es por lo anterior que, se considera importante articular un concepto de Base Aérea Inteligente, con base en los criterios estructurales de las *Smart Cities* enfocado al entorno militar, en donde la infraestructura física, los sistemas digitales y los actores humanos interactúen para generar entornos operativos más seguros y eficientes, en beneficio no solo del cumplimiento de la misión constitucional encomendada a la Fuerza Aeroespacial Colombiana, sino también para lograr un

nivel mayor de satisfacción en el personal militar, respecto a la realización de las responsabilidades asignadas.

En el mundo actual, todos los conceptos organizacionales tienden a incluir la tecnología como parte integrante de su estructura, nótese, como hoy se habla por ejemplo de construcción 4.0 para referirse a la implementación de las tecnologías de la 4ª Revolución Industrial a la industria de la construcción, o en el ámbito militar, tal y como lo menciona Alcatel-Lucent Enterprise (2024), se pasa del concepto de IoT al concepto de IoMT (Internet of Military Things o en español, Internet de las Cosas Militares). Este cambio de lenguaje tiene un propósito, incluir explícitamente a la tecnología como un componente estructural y funcional de cada sector, reconociendo su papel transversal en la transformación de procesos, la toma de decisiones basada en datos y la mejora continua de capacidades operativas.

En este sentido, los nuevos conceptos no solo implican una evolución en los términos, sino también un replanteamiento de los modelos organizacionales tradicionales, que deben adaptarse a entornos cada vez más digitalizados, interconectados y orientados a la inteligencia operacional.

Muestra de este cambio de concepción es el proyecto BACSI (Base Aérea Conectada, Sostenible e Inteligente) del Ejército del Aire en España, el cual busca de aquí al año 2040, configurar un “modelo de base aérea altamente conectada, muy sostenible y dotada de avanzados algoritmos que permitieran la automatización de tareas y la ayuda a la toma de decisiones” (López Soriano, 2023, p. 45), cuyo fin es lograr la mayor eficiencia no solo en búsqueda de la alta productividad sino también de lograr la mejor gestión del talento humano. Mas adelante se describirá con mayor profundidad las metas y objetivos de este ambicioso proyecto.

Marco normativo para la implementación de las Bases Aéreas Inteligentes en Colombia

Precisamente, el carácter pluriétnico y multicultural de la región, aunque deriva en un elemento identitario, no se ha constituido en un factor de unidad que trascienda de modo determinante las legislaciones internacionales vigentes para la salvaguarda de las minorías étnicas, como en el caso de algunos acuerdos de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) que, en el ejemplo del 107 de 1957, como “primer instrumento internacional de gran alcance que anunció los derechos de las poblaciones indígenas y tribales y las obligaciones de los Estados

ratificantes a este respecto” (p. 2). Este interés se encuentra entre muchos otros que encierran temas sobre educación, trabajo, salud y medioambiente con visión estratégica regional (Naciones Unidas-CEPAL, 1957).

Para la implementación de un proyecto como el que se propone en la presente investigación, es necesario contar con un marco normativo que posibilite su puesta en marcha, a fin de establecer las bases jurídicas en las que se sustenta la iniciativa, sus objetivos estratégicos, las herramientas dispuestas para su ejecución y la capacidad de actuación que podría tener la Fuerza Aeroespacial Colombiana frente a otros actores interesados a participar, como el sector privado, la academia u organismos multilaterales de apoyo económico.

Al respecto, es importante precisar que en Colombia no se ha contemplado hasta el momento la creación de un proyecto como el que se propone en el presente documento que se asemeje a ejemplos de otros países como el español. No obstante, la Fuerza Aeroespacial Colombiana sí tiene dentro de sus objetivos estratégicos consolidar el sistema de ciencia, tecnología e innovación institucional, y “promover la gestión de I+D+i para la obtención de tecnología y conocimiento que aporte a la eficiencia operacional y logística” (Fuerza Aeroespacial Colombiana, 2019, p. 1-12).

Lo anterior, se encuentra alineado con los postulados establecidos en el Plan Estratégico Militar de Transformación PEMT 2042 del Comando General de las Fuerzas Militares, en el cual se reconoce que “la ciencia, la tecnología y la innovación constituyen uno de los principales ejes estructurantes del poder militar nacional” (Comando General de las Fuerzas Militares, 2021, p. 89). Este enfoque resalta el papel protagónico de la tecnología como catalizador de la transformación institucional y del fortalecimiento de las capacidades estratégicas de la Fuerza Pública hacia el 2042.

Los objetivos estratégicos trazados por las Fuerzas Militares guardan coherencia con lo dispuesto en la Política Nacional para la Transformación Digital e Inteligencia Artificial, adoptada mediante el documento CONPES 3975 de 2019. Esta política, formulada por el Departamento Nacional de Planeación (DNP), el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MINTIC) y el Departamento Administrativo de la Presidencia de la República, tiene como propósito principal,

[...] potenciar la generación de valor social y económico en el país a través del uso estratégico de tecnologías digitales en los sectores público y privado, para impulsar la productividad y favorecer el bienestar de los ciudadanos, así como generar los elementos fundamentales para la transformación digital sectorial,

buscando que Colombia pueda aprovechar las oportunidades y enfrentar los retos relacionados con la Cuarta Revolución Industrial (4RI) (Departamento Nacional de Planeación [DNP], 2019, p. 6).

Todo lo anterior parte de los Objetivos de Desarrollo Sostenible implementados por las Naciones Unidas, en particular, para el caso de estudio, en lo referente a los Objetivos No. 9 – Industria, Innovación e Infraestructura; No. 11 – Ciudades y Comunidades Sostenibles; y No. 16 – Paz, Justicia e Instituciones Sólidas. Sobre estos pilares, los países más desarrollados han promovido proyectos de innovación orientados a acercar a los ciudadanos con los entes gubernamentales de forma más efectiva, con el fin de mejorar las condiciones de vida de la población. En este contexto, las infraestructuras inteligentes se configuran como mecanismos idóneos para alcanzar dichos fines. Por ejemplo, países como

Reino Unido o Japón cuentan actualmente con más del 90 % de sus trámites gubernamentales en línea, lo cual incrementa los niveles de transparencia, eficiencia y desarrollo económico y social de sus territorios (Smart City Expo World Congress, 2024).

En ese orden, existen en Colombia todos los presupuestos normativos suficientes para crear un ecosistema tecnológico sustentado en el concepto de Bases Aéreas Inteligentes, como una propuesta innovadora alineada con los objetivos trazados en los planes y políticas sectoriales, así como en las políticas de Estado. Esta propuesta permitiría articular, bajo un mismo concepto integrador, el desarrollo de capacidades en investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) en el sector Defensa, con lineamientos y objetivos claros. A partir de ello, se hace necesario impulsar una política sectorial específica que conduzca a la expedición de una ley o decreto que formalice el modelo de base aérea inteligente como política de Estado, orientada a la gestión eficiente y sostenible de la infraestructura de defensa.

Estado actual de la infraestructura tecnológica y de digitalización en las bases aéreas en Colombia

Si bien el funcionamiento de las Bases Aéreas de la Fuerza Aeroespacial Colombiana no se concibe en la actualidad bajo criterios de Bases Aéreas Inteligentes, la Institución ha efectuado múltiples esfuerzos en diferentes áreas de desempeño a fin de lograr la automatización y digitalización de sus procesos.

A nivel administrativo se cuenta con el Programa de Gestión Documental aprobado desde el año 2018. Dentro de este programa (Fuerza Aérea Colombiana, 2018), se han desarrollado aplicativos importantes como el Sistema de Gestión de Documentos Electrónicos de Archivo SGDEA-HERMES, el cual genera tres impactos de valor en el manejo de la información como son: desde la seguridad por cuanto salvaguarda la trazabilidad de los documentos que se expiden, desde la eficiencia al hacer la gestión documental interoperable al interior de la entidad entre dependencias y desde la sostenibilidad ambiental por cuanto logra disminuir considerablemente la utilización de papel y elementos de impresión, toda vez que la mayoría de las veces, no se hace necesario imprimir los documentos. Si bien es un aplicativo que tiene opciones de mejora, su utilidad se soporta en la agilidad de los tramites y la optimización de recursos.

Igualmente, en el área de compras públicas, la Fuerza Aeroespacial Colombiana a través de sus Bases Aéreas, ha sido pionera en la implementación del Sistema Electrónico de Compras Públicas SECOPII, el cual si bien es una creación del Gobierno Central a través de la Agencia de Contratación Publica Colombia Compra Eficiente, sistema al cual se encuentran sometidas todas las entidades el Estado Colombiano, la FAC fue una de las primeras instituciones del Estado en utilizar el sistema, implementando a todo nivel la contratación electrónica, con lo cual, en la actualidad y a diferencia de otras entidades estatales, los procesos de contratación se desarrollan sin la necesidad de crear expedientes físicos, contando únicamente con expedientes electrónicos en la plataforma transaccional.

En el área de innovación, la Fuerza Aeroespacial Colombiana cuenta con el Centro de Investigación en Tecnologías Aeroespaciales CITAE, el cual impulsa, desarrolla y aplica la investigación espacial en áreas como la inteligencia artificial, cohetería y ensamble de componentes para nanosatélites. No obstante, estos centros son entes que, si bien se encuentran ubicados al interior de algunas bases aéreas, trabajan de manera aislada a la funcionalidad misma de la base, pues su misionalidad se encuentra estructurada como entes independientes dedicados a la generación de ideas de I+D+i.

De igual manera, el Centro de Desarrollo Tecnológico Aeroespacial para la Defensa, CETAD, ubicado en el Comando Aéreo de Combate No. 5, ha generado varios proyectos implementados en la FAC relacionados con aplicación de tecnología para la Defensa Nacional. No obstante, al igual que el CITAE, trabaja de manera independiente al funcionamiento de la Base Aérea.

Según el Comando General de las Fuerzas Militares (2021), otros proyectos de ciencia y tecnología implementados al interior de la FAC corresponden a:

- La implementación del sistema de folios de vida digital
- Desarrollo de software para el Comando y Control de operaciones aéreas
- Capacidad de diseño y desarrollo de radares en Colombia
- Adquisición de la estación terrena para la programación y descarga de imágenes satelitales
- Construcción del primer nanosatélite FACSAT-1.

Pese a estos avances significativos en materia de automatización administrativa, contratación electrónica e impulso a la investigación tecnológica, aún persiste una fragmentación operativa y funcional entre las distintas iniciativas institucionales, lo cual limita su consolidación dentro de un ecosistema digital integral. Las bases aéreas, en su estructura actual, no han sido concebidas como unidades tecnológicas integradas bajo el enfoque de infraestructura inteligente, sino más bien como plataformas que alojan proyectos aislados, sin una arquitectura tecnológica común que articule sus recursos, datos, sistemas y capacidades en tiempo real.

Este diagnóstico inicial permite inferir que, aunque la Fuerza Aeroespacial

Colombiana ha demostrado voluntad institucional para adoptar tecnologías de la Cuarta Revolución Industrial, es necesario transitar de una digitalización sectorizada a un modelo sistémico que promueva la interconexión de subsistemas operacionales, logísticos, administrativos y de defensa, en función de una base aérea moderna, eficiente, segura y resiliente.

La transformación hacia una Base Aérea Inteligente requerirá, por tanto, la integración tecnológica progresiva de estos desarrollos existentes, bajo una visión institucional que los articule como parte de un solo sistema inteligente orientado a, de acuerdo con Corzo Ussa, Álvarez-Aros y Chavarro Miranda (2022), la toma de decisiones estratégicas en tiempo real, la eficiencia energética, la sostenibilidad ambiental y la interoperabilidad con otros actores del sistema de seguridad y defensa.

En ese orden, la implementación de una plataforma común interoperable, podría ser un punto de partida para conectar las capacidades existentes y escalar progresivamente hacia un ecosistema digital integrado, orientado al cumplimiento de la misión institucional con mayor agilidad, resiliencia y eficiencia, en el cual, por ejemplo la obtención y análisis de datos en tiempo real, permitan tomar mejores decisiones y encontrar soluciones apropiadas a los desafíos no solo tecnológicos, sino también sociales, a los que a diario se ve enfrentada la misionalidad de la Fuerza Aeroespacial Colombiana desde sus bases aéreas.

Modelo de bases militares inteligentes implementado en experiencias internacionales

En el marco de la modernización de infraestructuras militares, el análisis de experiencias internacionales permite extraer lecciones y referentes para la construcción de un modelo propio de bases aéreas inteligentes. Para esto se tomará como referencia el Proyecto BACSI (Base Aérea Conectada, Sostenible e Inteligente) desarrollado por el Ejército del Aire y del Espacio de España, así como otras iniciativas que se están trabajando en las Fuerzas de Militares de los países miembros de la OTAN, la Fuerza Aérea de los Estados Unidos (USAF), en Singapur y en la India.

OTAN - *Smart Defence Projects*: Interoperabilidad multinacional y estándares comunes

La Iniciativa de Smart Defence de la OTAN nació en 2011 como una estrategia para que los aliados compartan capacidades, costos y desarrollos tecnológicos, especialmente ante presupuestos de defensa más ajustados. (NATO, 2023).

Elementos clave aplicables a bases aéreas inteligentes

- Interoperabilidad multinacional: La OTAN establece estándares técnicos y doctrinales (STANAGs) que permiten que equipos, software y procedimientos de países distintos funcionen como un sistema único.
- Federated Mission Networking (FMN): Plataforma que conecta fuerzas multinacionales en operaciones conjuntas, permitiendo compartir información de inteligencia, vigilancia y reconocimiento (ISR) en tiempo real.
- Arquitecturas abiertas y modulares: Los sistemas se diseñan para integrar nuevos módulos o tecnologías sin alterar toda la infraestructura, lo que facilita la actualización y la compatibilidad entre países.
- Ciberdefensa coordinada: Proyectos multinacionales como el *Multinational Cyber Defence Capability Development* que establecen protocolos comunes de respuesta a ciberamenazas.
- Ejercicios y validación en entornos simulados: Por ejemplo, el *Coalition Warrior Interoperability eXploration, eXperimentation, eXamination, eXercise (CWIX)*, que prueba la compatibilidad de sistemas aliados antes de su despliegue en operaciones reales.

El modelo OTAN evidencia que la interoperabilidad y los estándares comunes son elementos críticos para la eficacia operativa en entornos multinacionales. Su experiencia demuestra que la integración técnica, acompañada de marcos doctrinales y protocolos compartidos, es esencial para responder de forma coordinada a amenazas complejas y cambiantes.

USAF – “Base of the Future”: Automatización total de procesos logísticos y de seguridad

La US Air Force está usando la reconstrucción de Tyndall Air Force Base (Florida), devastada por el huracán Michael en 2018, como laboratorio para crear la “Base del Futuro” (U.S. Air Force, 2023).

Componentes tecnológicos y funcionales

- Seguridad autónoma: Uso de drones de patrullaje, sensores perimetrales con IA y sistemas de reconocimiento facial integrados en la red de vigilancia.
- Automatización logística: IoT para monitoreo en tiempo real de inventarios y repuestos; robots autónomos para mover materiales y equipos.
- Gemelo digital (Digital Twin): Réplica virtual de la base que integra datos estructurales, energéticos y operativos, permitiendo simular escenarios y optimizar el uso de recursos.
- Infraestructura resiliente: Materiales y diseños resistentes a huracanes y climas extremos, combinados con microredes energéticas para mantener la operatividad en cortes de suministro.
- Eficiencia y sostenibilidad: Sistemas de gestión energética con paneles solares, almacenamiento de energía y control inteligente de consumo.

Este modelo demuestra que la integración de automatización avanzada y gestión digital centralizada incrementa la eficiencia operativa y la capacidad de respuesta. Al combinar resiliencia física y cibernética con sostenibilidad energética, la USAF establece un referente para infraestructuras militares preparadas frente a amenazas híbridas y desastres naturales.

Singapur – Paya Lebar Air Base: Integración urbana-militar y eficiencia energética

El Plan Maestro para Paya Lebar Air Base es un proyecto urbano-estratégico liderado por la Urban Redevelopment Authority (URA) y el Ministerio de Defensa de

Singapur. Implica la reubicación gradual de la base (prevista para 2030) y su conversión en un nuevo distrito urbano (URA, 2024).

Aspectos más relevantes

- Optimización del uso del suelo: Singapur, con espacio territorial limitado, busca liberar 800 hectáreas para desarrollo urbano, trasladando operaciones aéreas a bases más modernas.
- Infraestructura verde y sostenible: Las nuevas instalaciones militares incorporarán sistemas de energía renovable, ventilación natural y manejo eficiente del agua.
- Integración urbano-militar: Planeación para que áreas logísticas y de soporte militar coexistan con infraestructura civil sin comprometer la seguridad nacional.
- Conectividad y movilidad inteligente: Inclusión de transporte público de alta capacidad, ciclovías y sistemas eléctricos de movilidad interna en las instalaciones militares.
- Resiliencia climática: Diseño de edificios y pistas que reduzcan el efecto isla de calor y soporten condiciones climáticas extremas.

Este modelo subraya la importancia de planificar las infraestructuras militares considerando su impacto urbano y ambiental. Al integrar sostenibilidad, eficiencia energética y resiliencia climática, se genera un enfoque holístico que combina la seguridad nacional con el desarrollo socioeconómico y la optimización territorial.

India – Smart Military Base: Monitoreo IoT y seguridad integrada en tiempo real

Este proyecto, desarrollado por investigadores del ADGITM en Nueva Delhi, propone una base militar inteligente equipada con sensores IoT para vigilancia, control ambiental y seguridad física, todo gestionado desde un centro de control y con almacenamiento en la nube (Nailwal, N., & Sehrawat, A., 2021).

Componentes tecnológicos y funcionales

- Control de acceso inteligente: Cerradura con módulo RFID (RC522) y servomotor para ingreso de personal autorizado.
- Seguridad perimetral y de instalaciones críticas: Sensor PIR en el arsenal para detectar movimientos no autorizados y activar alertas inmediatas.

- Monitoreo de áreas restringidas: Sensor infrarrojo (IR) en sala de interrogatorios para detectar intentos de fuga.
- Monitoreo ambiental interno: Sensor DHT-11 para temperatura y humedad, y MQ-2 para detectar gases inflamables o tóxicos.
- Automatización y conectividad: Arduino UNO como controlador principal, módulo WiFi ESP8266 para transmisión de datos y plataforma ThingSpeak para visualización en tiempo real.
- Sistema de alertas: Sirena manual y notificaciones instantáneas en caso de intrusión o anomalía ambiental.

Enfoque operativo

- Monitoreo remoto global: Datos accesibles desde cualquier ubicación con conexión a internet.
- Gestión de datos históricos: Registro en la nube para análisis e investigación posterior.
- Arquitectura escalable: Posibilidad de interconectar múltiples bases inteligentes a un cuartel general central.
- Bajo consumo y alta integración: Uso de hardware de bajo costo y tecnologías de código abierto para un sistema modular.

Este modelo demuestra que la digitalización y el monitoreo inteligente pueden implementarse con tecnologías accesibles, manteniendo funcionalidad y escalabilidad. La combinación de sensores integrados, control remoto y análisis de datos en la nube permite aumentar la seguridad y la eficiencia, incluso en entornos con recursos limitados.

Como puede observarse, el estudio de referentes internacionales demuestra que la modernización de infraestructuras militares inteligentes se sustenta en cuatro pilares: interoperabilidad técnica y doctrinal, automatización de procesos críticos, sostenibilidad ambiental y energética, y monitoreo integral en tiempo real. Aunque varían en su escala y nivel de desarrollo, todos comparten la capacidad de integrar tecnologías modulares, gestionar datos de forma centralizada y responder de manera resiliente ante amenazas físicas y cibernéticas.

Estos principios resultan aplicables al contexto colombiano, donde la Fuerza Aeroespacial puede articularlos para configurar un modelo propio de base aérea inteligente que, sin perder su identidad operacional, adopte las mejores prácticas internacionales. Sobre esta base comparativa, resulta pertinente examinar en detalle el Proyecto BACSI del Ejército del Aire y del Espacio de España, que representa

una de las implementaciones más completas y estructuradas de este concepto en el ámbito militar contemporáneo.

Análisis y aplicabilidad del proyecto BACSI para el caso colombiano

Si bien se exponen varios ejemplos a nivel mundial, el proyecto BACSI estructurado por el Ministerio de Defensa de España se escoge como modelo de referencia debido, principalmente, a que España es un país hispanohablante con el que Colombia comparte vínculos históricos. Esta afinidad cultural y lingüística facilita la comprensión y adaptación de sus lineamientos al contexto nacional.

Lo primero a tener en cuenta es que este proyecto nace según el Ministerio de Defensa (2025) como un proyecto que promueva la transformación digital al interior del Ejército del Aire y del Espacio a partir del año 2019, en sinergia con los campos empresarial y académico, para generar proyectos colaborativos en el campo de la innovación, que permitan a su vez adquirir conocimiento a fin de generar planes, estrategias y procedimientos con herramientas y sistemas que aporten eficiencia y sostenibilidad al cumplimiento de la misión .

Dentro del ecosistema de innovación propuesto por el Proyecto BACSI, el Ejército del Aire y el Espacio ha concretado importantes líneas de trabajo con la Academia, como se expone a continuación:

- Convenio de Colaboración entre el EA y las Universidades de Las Palmas de Gran Canaria y de la Laguna, suscrito el 12 de marzo de 2025, enfocado principalmente en estudios para la prevención de corrosión de materiales, el desarrollo de inteligencia artificial y la implementación de tecnologías relacionadas con el medio ambiente.
- Mesas de trabajo con la Universidad de Salamanca para establecer líneas de colaboración en inteligencia artificial, ingenierías laser y tecnologías de la información.
- Protocolo firmado el 10 de mayo de 2024 entre el EA y la Universidad de Alcalá para establecer líneas de colaboración en el campo meteorológico.
- Convenio suscrito el 29 de enero por el Ministerio de Defensa y la Universidad Autónoma de Madrid enfocado hacia la sostenibilidad y eficiencia energética de las Bases Aéreas.

- Participación en múltiples foros académicos y convocatorias de iniciativas I+D+i, desde el año 2021.

Por su parte, el sector empresarial español se ha involucrado de manera positiva con el proyecto a través de diferentes protocolos de apoyo y colaboración, como:

Acuerdo suscrito en el año 2024 entre el EA y la compañía Accentur (empresa es líder en temas de ciberseguridad). Este acuerdo busca el intercambio de conocimiento para impulsar la innovación tecnológica en las Fuerzas Armadas de España.

- Acuerdo suscrito con la empresa española Amper, cuyo objetivo es implementar soluciones de I+D+i para optimizar la eficiencia en el uso de recursos humanos y equipamientos en las bases aéreas.
- El Ejército del Aire y del Espacio (EA) y la empresa de Inspecciones y Ensayos No Destructivos ENSIA Expert (perteneciente al grupo Airbus), firmaron un protocolo de colaboración para la implementación de soluciones en el campo de inspección, certificación y formación en ensayos no destructivos.
- Acuerdo suscrito entre el EA y la empresa Fujitsu en el año 2023. Esta compañía según Fujitsu (2025), es experta en comunicaciones inalámbricas de alta eficacia (5G), supercomputación, internet de las cosas (IoT/IoMT), inteligencia artificial, fotónica y blockchain.

La articulación previamente consolidada entre la academia, el sector privado y el sector público —particularmente el sector defensa— ha constituido un elemento clave para robustecer el ecosistema de innovación en torno al proyecto BACSI, al conjugar de manera sinérgica el conocimiento, la experiencia y los recursos de cada uno de estos actores. Este modelo de cooperación adquiere especial relevancia si se considera que, conforme lo exponen Mesa y Salazar (2012), las alianzas público-privadas facilitan a los países el fortalecimiento de sus iniciativas de investigación y desarrollo (I+D), propiciando resultados más eficientes que, a su vez, se reflejan en mayores niveles de bienestar social.

En consecuencia, el proyecto BACSI plantea cinco áreas funcionales en las que se concentra su esfuerzo, correspondientes a:

1. Conectividad Global: enfocada a mantener el contacto entre todas las dependencias de la base y su personal de manera eficiente a través de tecnologías como el MIoT (Military Internet of Things) para mejorar la

interacción y la colaboración de sus diferentes áreas, tanto en lo operativo, lo logístico y lo administrativo.

2. Eficiencia energética y sostenibilidad ambiental: su propósito no solo se encuentra enfocado en la utilización de energías limpias, sino también en el análisis de datos que permitan conocer en tiempo real indicadores de consumo para tomar medidas de ahorro y mejores prácticas medioambientales, entre otros.
3. Optimización de procesos: Busca reducir la realización de actividades de forma manual que puedan reemplazarse a través del uso de las tecnologías de la información para optimizar todos los procesos al interior de las bases aéreas.
4. Protección de la Fuerza: su objetivo es optimizar las capacidades de protección de las bases aéreas, a fin de poder contrarrestar las amenazas, incluidas aquellas generadas por el uso de la tecnología y gestionar mejor el talento humano dedicado a estas tareas.
5. Sostenimiento 4.0: tiene como finalidad mejorar la gestión de los recursos respecto a la rotación y existencia de los inventarios en almacenes, con ayuda de tecnología como la inteligencia artificial y la analítica de datos.

Lo anteriormente expuesto permite observar la organización y esfuerzos desarrollados por el Ejército del Aire y el Espacio de España para implementar el proyecto BACSI, lo cual reduce la posibilidad de improvisación y da una hoja de ruta clara sobre las actividades y el enfoque que se debe mantener, permitiendo a su vez, percibir de mejor manera los avances y logros alcanzados y mantenimiento un alto nivel de comunicación con su entorno. Esto se hace visible, además, gracias a que el proyecto cuenta con una página web oficial en la que cualquier persona de cualquier parte del mundo puede visitarla para conocer todos los aspectos relacionados con este innovador proyecto e incluso permite inscribir iniciativas o participar en convocatorias de ciencia y tecnología.

Así las cosas, el proyecto BACSI (2025) desde su puesta en marcha en el año 2019 a la fecha, ha obtenido importantes logros, de los cuales se mencionan algunos:

- En el año 2023 se logra el primer vuelo de aviones supersónicos con Combustible Sostenible de Aviación (SAF), el cual es producido por en España por la compañía Repsol, generando con ello alternativas amigables con el medio ambiente en el campo aeronáutico.

- Impresión 3D de componentes aeronáuticos, con lo cual se mejoran los tiempos de espera en la cadena logística.
- Desarrollo de la aplicación GESMA: herramienta enfocada en el control del mantenimiento de la infraestructura y la gestión del consumo energético.

La implementación del modelo de Base Aérea Conectada Inteligente y Sostenible (BACSI) demuestra una oportunidad estratégica para optimizar recursos, incrementar la operatividad y reforzar la seguridad en las instalaciones militares, integrando tecnologías propias de las ciudades inteligentes en un entorno de defensa. Este enfoque no solo busca la eficiencia y sostenibilidad, sino que también fomenta un cambio cultural orientado a la innovación, la colaboración y el aprovechamiento del talento humano. Como señala el Teniente Coronel López Soriano (2020), el verdadero reto radica en transformar la mentalidad y la actitud de todo el personal, impulsando la participación activa de cada integrante de la Fuerza Aeroespacial para el caso colombiano, con el objetivo de fortalecer las capacidades operativas y adaptarse a las exigencias tecnológicas y estratégicas del siglo XXI.

En conclusión, una hoja de ruta claramente definida, junto con la transparencia en la divulgación de sus avances y la apertura a la participación externa, refuerza la capacidad de un proyecto como el analizado para adaptarse y evolucionar ante nuevos desafíos tecnológicos y operativos. Los logros alcanzados, como la incorporación de combustibles sostenibles, la impresión 3D de componentes aeronáuticos y el desarrollo de aplicaciones especializadas, demuestran que la innovación, cuando se sustenta en alianzas público-privadas sólidas y orientadas a objetivos concretos, puede generar beneficios tangibles tanto para la defensa como para la sociedad en su conjunto.

En este sentido, el modelo BACSI se proyecta como una experiencia replicable y adaptable al contexto colombiano, con el potencial de acelerar la modernización de la infraestructura y las capacidades operativas de la Fuerza Aeroespacial, fortaleciendo así la seguridad y el desarrollo sostenible del país de cara a los retos que exige el siglo XXI.

De la innovación global a la realidad nacional: hacia un modelo de Base aérea inteligente en Colombia

El tercer objetivo de esta investigación busca proponer lineamientos estratégicos para la adaptación del modelo de Bases Aéreas Inteligentes en Colombia, integrando tecnologías emergentes, criterios de sostenibilidad y mecanismos de

interoperabilidad institucional. Este propósito responde a la necesidad de alinear la transformación digital y tecnológica de la Fuerza Aeroespacial Colombiana con las tendencias internacionales, sin perder de vista las particularidades del contexto nacional. En este sentido, resulta fundamental examinar cómo innovaciones como la inteligencia artificial, el Internet de las Cosas Militares y los sistemas de gestión energética avanzada pueden potenciar la capacidad operativa, mejorar la eficiencia y garantizar la seguridad de las instalaciones.

Asimismo, se reconoce la importancia de fortalecer la gobernanza digital y la cooperación interinstitucional, articulando esfuerzos con la academia, la industria y organismos multilaterales. De este modo, se establecen las bases para que el modelo BACSI, concebido en España, pueda ser adaptado de manera realista y efectiva a las condiciones de Colombia, constituyéndose en un referente regional en materia de modernización de infraestructuras militares.

Tecnologías emergentes aplicables

La modernización de una Base Aérea Inteligente (BAI) exige integrar tecnologías de la 4RI con enfoque socio-técnico: IA, IoMT, gemelos digitales y ciberdefensa integral. De acuerdo con Arata y Hale (2018), las bases inteligentes son nodos autónomos capaces de optimizar operaciones y fortalecer la seguridad nacional con datos en tiempo real. En América Latina, Corzo Ussa et al. (2022) destacan la brecha tecnológica que exige adaptaciones graduales, mientras que Vásquez Ruiz (2024) resalta la importancia de la IA en mantenimiento predictivo y seguridad aeronáutica.

Enfoque propuesto: Construir un portafolio tecnológico escalonado (corto, mediano y largo plazo), comenzando con pilotos de sensorización y escalando hacia gemelos digitales e IA operacional.

Eficiencia energética y sostenibilidad

Una BAI debe reducir la huella de carbono y asegurar continuidad operacional con microredes inteligentes, generación distribuida y almacenamiento. Según el DNP (2019), la transformación digital busca potenciar el valor social y económico a través del uso estratégico de tecnologías digitales, lo que incluye la gestión energética inteligente. El Comando General de las Fuerzas Militares (2021) resalta la CTI como eje estructurante del poder militar nacional.

Enfoque propuesto: Implementar un piloto de base carbono-neutral al 2035 con tablero de control energético en tiempo real, integrando métricas de resiliencia y continuidad de misión.

Interoperabilidad institucional

La interoperabilidad implica gobernanza digital, estándares de datos y coordinación civil-militar. Según Ospina y Zambrano (2022), el gobierno digital en Colombia se orienta a la interoperabilidad, la ética algorítmica y la automatización. El CONPES 3975 (DNP, 2019) y el PEMT 2042 (Comando General, 2021) brindan condiciones habilitantes para plataformas interoperables.

Enfoque propuesto: Robustecer los Centros de Innovación y Gobernanza Digital existentes en la FAC articulado con academia e industria, formalizando estándares y APIs (*Application Programming Interfaces*) y alineando la interoperabilidad con políticas nacionales de transformación digital.

Importancia de la adaptación del modelo BACSI

El Proyecto BACSI constituye una de las implementaciones más completas del concepto de Base Aérea Inteligente, al integrar tecnología, sostenibilidad y gobernanza en una hoja de ruta clara. Según López Soriano (2023), se trata de un modelo de base altamente conectada, sostenible y automatizada. Adaptarlo a Colombia permitiría cerrar brechas tecnológicas regionales y posicionar a la FAC como referente en Latinoamérica (Corzo Ussa et al., 2022). La incorporación debe apoyarse en APP, alianzas con la academia y cooperación internacional, incluyendo el ITTP con la OTAN, para asegurar interoperabilidad y cofinanciación con organismos multilaterales.

La adopción de tecnologías emergentes en bases aéreas inteligentes no debe concebirse únicamente como una incorporación de dispositivos o plataformas digitales, sino como un cambio cultural dentro de la institución militar. Esto implica capacitación especializada para oficiales y suboficiales, la inclusión de perfiles profesionales en ciencias de datos, ingeniería de *software* y energías renovables, así como la creación de laboratorios de innovación en sitio. En este sentido, la experiencia de India con la propuesta de Smart Military Base (Nailwal & Sehrawat, 2021) demuestra que incluso países en desarrollo pueden generar marcos conceptuales innovadores que aprovechan tecnologías accesibles y adaptables al contexto. Colombia puede aprender de este enfoque incremental para reducir riesgos de inversión y asegurar sostenibilidad operacional.

En términos de eficiencia energética, resulta clave resaltar que una base aérea no solo es un centro de operaciones militares, sino también una pequeña ciudad

que concentra población, consumo de recursos y dinámicas logísticas propias. La tendencia internacional hacia microredes energéticas permite que las bases reduzcan dependencia de fuentes externas y aumenten la resiliencia frente a desastres naturales o ataques a infraestructuras críticas. La experiencia de Singapur en Paya Lebar Air Base evidencia que la integración urbana-militar puede optimizar el consumo energético sin comprometer la seguridad nacional, lo que constituye un referente para bases aéreas en Colombia ubicadas cerca de centros urbanos como Bogotá, Cali o Medellín.

Por otro lado, la interoperabilidad institucional no se limita al intercambio de información técnica, sino que constituye la base de la cooperación multinacional en defensa. La OTAN, mediante su concepto de Federated Mission Networking (FMN), ha establecido estándares que permiten a diferentes países operar bajo protocolos comunes en misiones conjuntas. Para Colombia, que mantiene una relación de cooperación técnica con la OTAN a través del Programa de Asociación Individual (ITPP por sus siglas en inglés) (COGFM, 2024), este aspecto resulta fundamental, ya que permite alinear las capacidades digitales de la Fuerza Aeroespacial con las de socios estratégicos y facilitar la participación en operaciones combinadas y ejercicios internacionales.

La importancia de adaptar el modelo BACSI al contexto colombiano radica en que se trata de un proyecto ya probado en un país aliado que comparte similitudes en la estructura de sus fuerzas aéreas y en la necesidad de transformar su infraestructura para enfrentar retos tecnológicos, energéticos y de seguridad. A diferencia de las experiencias de Estados Unidos o Singapur, donde los recursos financieros y tecnológicos son superiores, el BACSI ofrece un modelo modular y escalable, con componentes que pueden ser implementados de forma gradual. Esto convierte al BACSI en una referencia pragmática y alcanzable para Colombia, al tiempo que fortalece la cooperación bilateral con España en el marco de la OTAN y la Unión Europea.

En este marco, la incorporación del modelo a través de asociaciones público-privadas (APP), alianzas con la academia y organismos internacionales resulta indispensable. Las APP permitirían compartir riesgos y garantizar la sostenibilidad financiera de la inversión, mientras que la academia contribuiría con investigación aplicada, pruebas piloto y formación del talento humano. Por su parte, las alianzas internacionales y multilaterales, como las que Colombia mantiene mediante el ITTP con la OTAN o con la OEA, podrían facilitar el acceso a financiamiento, transferencia de tecnología y entrenamiento especializado. Todo ello asegura que la

implementación de bases aéreas inteligentes no sea un esfuerzo aislado, sino parte de una estrategia nacional e internacional de transformación digital en defensa.

Implementación normativa

La materialización de un proyecto de Bases Aéreas Inteligentes en el contexto colombiano exige considerar cuidadosamente el nivel normativo e institucional más adecuado para su adopción. La experiencia comparada demuestra que este tipo de iniciativas, al articular innovación tecnológica con capacidades estratégicas de defensa, requieren un soporte jurídico sólido que garantice continuidad, estabilidad presupuestal y legitimidad democrática.

Surge entonces la pregunta sobre cuál sería el camino más apropiado para implementar este modelo en Colombia, de manera específica en la Fuerza Aeroespacial Colombiana, para lo cual se considera que, en un primer nivel, una política institucional dentro del sector defensa podría constituir la vía más idónea para iniciar el proceso. Este instrumento permite desarrollar proyectos piloto, generar aprendizajes prácticos y adaptar la estrategia a las particularidades del entorno nacional, sin comprometer inicialmente un alto costo político o normativo. Su flexibilidad facilitaría la experimentación, la integración progresiva de tecnologías y la cooperación con actores académicos e industriales, asegurando resultados de corto plazo que respalden su pertinencia.

Al respecto es importante considerar el concepto de política pública, el cual, según la doctrina en la materia, consiste en términos generales en:

El conjunto de decisiones gubernamentales –legitimadas institucionalmente– que implican la selección y el desarrollo (implementación) de una serie de fines, objetivos, instrumentos y medidas de actuación así como la asignación de, y la movilización de, una serie de recursos –humanos materiales, presupuestarios, etc.–, no sólo solventar o prevenir una situación definida como problemática, sino también orientar o modificar conductas y cambiar o transmitir nuevos valores, por lo que contribuyen, de esta manera, a transformar la sociedad, a garantizar la cohesión social y a dotar de legitimidad al sistema político. (Pastor, 2014, pp 22-23).

En ese orden, la implementación del proyecto de Bases Aéreas Inteligentes en Colombia, concebido como política pública de defensa, se presenta como la vía más adecuada para garantizar su sostenibilidad y eficacia en el tiempo. Al institucionalizarse en este nivel, el proyecto no dependería de iniciativas aisladas ni de la voluntad de gobiernos específicos, sino que se integraría en un marco

normativo y estratégico de largo alcance, con asignación de recursos y responsabilidades claras.

Esto es crucial si se considera que la seguridad y la defensa nacional requieren respuestas permanentes y coordinadas frente a riesgos y amenazas cada vez más complejas. En palabras de Vega (2015), las políticas públicas en defensa fortalecen la legitimidad institucional y promueven la coordinación interinstitucional, facilitando además la eficiencia en la gestión de recursos y la articulación con el sector académico y privado. De este modo, la adopción del concepto de Bases Aéreas Inteligentes como proyecto institucional enmarcado en una política pública en Colombia no solo consolidaría un ecosistema de innovación tecnológica al servicio de la defensa, sino que también contribuiría al desarrollo nacional, integrando conocimiento, tecnología y capacidad operativa en beneficio de la seguridad del Estado y de la sociedad en su conjunto.

Posteriormente, para asegurar la articulación interinstitucional y la asignación presupuestal de mediano plazo, resultaría pertinente avanzar hacia la expedición de un decreto presidencial. Este mecanismo, con fuerza jurídica superior, permitiría alinear a todas las ramas del sector defensa bajo directrices comunes y fortalecer el compromiso del Gobierno Nacional en la implementación de las Bases Aéreas Inteligentes como un programa estratégico de seguridad y modernización tecnológica, el cual tendría como soporte todo el marco normativo antes expuesto en este artículo en materia de digitalización e iniciativas I+D+i en el Estado Colombiano.

Finalmente, si la ambición del proyecto es consolidarlo como una política de Estado de largo plazo, blindada frente a cambios coyunturales de gobierno, la alternativa más robusta sería la expedición de una ley aprobada por el Congreso de la República. Este nivel normativo otorgaría la máxima estabilidad, asegurando que los avances en digitalización, sostenibilidad y conectividad de la infraestructura militar se mantengan en el horizonte de planeación estratégica del país. No obstante, el trámite para su implementación a través de este mecanismo tiene varias desventajas considerables, como, por ejemplo, de un lado, el proceso de aprobación de una ley es más lento y politizado, lo cual podría demorar su implementación, y de otro, se puede correr el riesgo de que el proyecto se utilice con fines políticos, lo que puede distorsionar su objetivo técnico.

En suma, la ruta metodológica más consistente parte de una política institucional como fase inicial de experimentación, avanza hacia un decreto que garantice articulación y presupuesto, pudiendo culminar a largo plazo en una ley que convierta el proyecto en un compromiso de Estado. De esta manera, Colombia podría

transitar de la planeación sectorial a la consolidación de un modelo de infraestructura inteligente de defensa, alineado con tendencias internacionales y con las necesidades de seguridad y desarrollo tecnológico nacional.

Conclusión

El análisis realizado permitió identificar que los modelos de bases aéreas inteligentes desarrollados en diferentes contextos internacionales, como la OTAN, la Fuerza Aérea de los Estados Unidos, Singapur e India, constituyen referentes de gran valor para comprender la transformación de la infraestructura militar hacia esquemas altamente digitalizados, sostenibles y conectados. Cada experiencia presenta elementos particulares — interoperabilidad multinacional, automatización logística, integración urbano–militar o sostenibilidad energética— que, en conjunto, ofrecen un marco de innovación aplicable a realidades diversas.

En el caso colombiano, la principal brecha identificada radica en la limitada producción académica y en la ausencia de experiencias piloto que articulen tecnologías emergentes con la doctrina y la infraestructura existente. Esto resalta la pertinencia del modelo BACSI español, cuyo enfoque integral y modular puede convertirse en un punto de referencia para proyectar una Fuerza Aeroespacial más moderna, resiliente y adaptada a las dinámicas de seguridad del siglo XXI.

Asimismo, se evidenció que la transformación hacia bases aéreas inteligentes no puede abordarse únicamente desde una perspectiva tecnológica. Resulta indispensable considerar criterios de sostenibilidad y eficiencia energética, de interoperabilidad entre fuerzas y de articulación con la sociedad civil. En este sentido, los mecanismos de cooperación internacional —como el programa de Asociación e Interoperabilidad (ITPP) con la OTAN—, así como la conformación de alianzas público–privadas y la vinculación de la academia, constituyen condiciones habilitantes para materializar este tipo de iniciativas en Colombia.

Finalmente, el estudio concluye que la adaptación de modelos de bases aéreas inteligentes no solo representa una oportunidad para la modernización tecnológica, sino también para fortalecer la proyección internacional de la Fuerza Aeroespacial Colombiana como un actor innovador en la región. Este proceso debe orientarse a consolidar capacidades duales (militares y civiles), incrementar la eficiencia en la gestión de recursos y garantizar la interoperabilidad con aliados estratégicos, contribuyendo así a la seguridad y al desarrollo sostenible del país.

Referencias

- Alcatel-Lucent Enterprise. (2024). El papel de la tecnología avanzada en una base inteligente [Documento técnico]. <https://www.al-enterprise.com/-/media/assets/internet/documents/the-role-of-advanced-technology-in-a-smart-basewhitepaper-es.pdf>
- Arata, H. J. III, & Hale, B. L. (2018). Smart bases, smart decisions. *The Cyber Defense Review*, 3(1), 69–78. https://cyberdefensereview.army.mil/Portals/6/Documents/CDR%20Journal%20Articles/Smart%20Bases%20Smart%20Decisions_Arata_Hale.pdf?ver=2018-07-31093711-343
- Butler, R. J., & Lachow, I. (2016). The internet of things and smart cities. In *Smart City Partnerships: Smart Cities and the Internet of Things: Benefits, Risks, and Options*. New America. <http://www.jstor.com/stable/resrep10510.5>
- Comando General de las Fuerzas Militares. (2021). Plan Estratégico Militar de Transformación PEMENT 2042. <https://www.fac.mil.co/planeacion/planesestrategicos-sector-defensa-y-fuerza-aerea-colombiana>
- Comando General de las Fuerzas Militares de Colombia. (2024, abril 22). Fuerzas Militares de Colombia afianzan lazos de cooperación con la OTAN. <https://www.cgfm.mil.co/es/multimedia/noticias/fuerzas-militares-de-colombiaafianzan-lazos-de-cooperacion-con-la-otan>
- Corzo Ussa, G. D., Álvarez-Aros, E. L., & Chavarro Miranda, F. (2022). 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>
- Coz, C., & Pastor, O. (2014). Entornos de sistemas multiagente y ciberfísicos en la ciberdefensa. Universidad Nacional de Educación a Distancia. <https://revistasic.es/archivo/images/pdf/111-colaboracion-multiagente.pdf>
- Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de la ONU. (2018). *Perspectivas de la urbanización mundial: informe 2018*. Naciones Unidas. <https://www.un.org/es/desa/2018-world-urbanization-prospects>
- Departamento Nacional de Planeación. (2019). Política nacional para la transformación digital e inteligencia artificial (Documento CONPES 3975). <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3975.pdf>
- Duque Franco, I. (2021). Las smart cities en la agenda del planeamiento y la gobernanza urbana en América Latina. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 30(2), 280–296. <http://www.scielo.org.co/pdf/rcdg/v30n2/2256-5442rcdg-30-02-280.pdf>
- Ejército del Aire y del Espacio. (s. f.). Proyecto BACSI: Base Aérea Conectada, Sostenible e Inteligente. Ministerio de Defensa de España. <https://ejercitodelaireydelespacio.defensa.gob.es/EA/bacsi/index.html#gsc.tab=0>

- Fuerza Aérea Colombiana. (2018). Programa de Gestión Documental FAC. Grupo de Archivo Central. https://www.fac.mil.co/sites/default/files/linktransparencia/instrumentosgestion/2023/_pgd_v4.pdf
- Fuerza Aeroespacial Colombiana. (2019). Estrategia para el desarrollo aéreo y espacial de la Fuerza Aérea Colombiana 2042. <https://www.fac.mil.co/es/edaesfac2042>
- Fujitsu. (2025, consultado el 8 de agosto de 2025). Propósito corporativo. Fujitsu España. <https://www.fujitsu.com/es/about/purpose/>
- Jaimés Gómez, E. H. (2021). Capacidades de las Fuerzas Militares de Colombia en escenarios de asistencia humanitaria y respuesta a desastres. *Estudios en Seguridad y Defensa*, 16(32), 319–342. <https://esdegrevistas.edu.co/index.php/resd/article/view/317/>
- López Soriano, A. (2020). Base Aérea Conectada Inteligente. *Revista de Aeronáutica y Astronáutica*(698), 82–87. <https://ejercitodelaireydeespacio.defensa.gob.es/EA/bacsi/files/raa-bacsi.pdf>
- López Soriano, A. V. (2023). Proyecto BACSI: Una forma diferente de hacer innovación. *Revista Española de Defensa*(408), 44–47. <https://www.defensa.gob.es/Galerias/gabinete/red/2023/09/p-44-47-red-408bacsi.pdf>
- Mejía Ferrero, A. J. (2018). Transformación de las Fuerzas Militares: clave para el futuro de la seguridad y defensa nacional. *Revista Fuerzas Armadas* (244–245), 8–15. <https://esdegrevistas.edu.co/index.php/refa/article/view/740/988>
- Mesa, J. A., & Salazar, J. J. (2012). Alianzas público privadas para el desarrollo: Una estrategia para fomentar la investigación y la innovación. *Revista Escuela de Administración de Negocios*(73), 163–176. Universidad de Antioquia. Colombia <https://doi.org/10.21158/01208160.n73.2012.609>
- Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (2019, junio 14). Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (Decreto No. 1078 de 2015). Diario Oficial, 50.624. <https://www.suinjuriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=30019521>
- Nailwal, N., & Sehrawat, A. (2021). Smart military base. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 8(4), 1942–1946. <https://www.irjet.net/archives/V8/i4/IRJET-V8I4363.pdf>
- NATO Communications and Information Agency (NCIA). (2023). Smart Defence and FMN implementation. https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/pdf_2014_06/20140602_140602-media-backgrounder_multinational-projects_en.pdf
- Navia Cárdenas, J. A., Castillo Morales, G. H., & Cardona Rojas, J. S. (2021). La tecnología, factor clave para la ventaja estratégica de las instituciones militares. En R. H. Vera Colina & L. F. Polanco Henao (Eds.), *Gestión tecnológica y de la innovación* (pp. 103–125). Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.
- Ospina, C., & Zambrano, F. (2022). Gobierno digital e inteligencia artificial: una mirada al caso colombiano. *Revista de Derecho y Sociedad*(58), 121–145. <https://revistas.esap.edu.co/index.php/admindesarro/article/view/819/652>

- Pastor Albaladejo, G. (2014). *“Elementos conceptuales y analíticos de las políticas públicas”*. En Pastor, G. *Teoría y Práctica de las Políticas Públicas*. Valencia: Tirant Lo Blanch.
- Pradhan, M. (2018, June). A survey of smart city assets for future military usage. In *International Symposium on Networks, Computers and Communications (ISNCC)*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/ISNCC.2018.8530890>
- Smart City Expo World Congress. (2024, April 9). The 25 countries leading in e- Government: Paving the way for efficiency and transparency. <https://www.smartcityexpo.com/the-25-countries-leading-in-e-government-paving-the-way-for-efficiency-and-transparency/>
- Telefónica. (2023). Las 10 ciudades más inteligentes en el mundo. <https://www.telefonica.com/es/sala-comunicacion/blog/las-10-ciudades-masinteligentes-en-el-mundo/>
- Urban Redevelopment Authority (URA) of Singapore. (2024). Paya Lebar Air Base Transformation Plan. <https://www.ura.gov.sg/Corporate/Planning/MasterPlan/Master-Plan-2019/Urban-Transformations/Paya-Lebar-Airbase>
- U.S. Air Force. (2023). Installation of the Future: Tyndall AFB Modernization Project. <https://www.tyndallifs.com/>
- Vásquez Ruiz, M. C. (2024). Inteligencia artificial para el desarrollo del sector aeronáutico-militar en entorno de seguridad cibernética. *Revista Ciberespacio, Tecnología e Innovación*, 3(6), 151–174. <https://doi.org/10.25062/2955-0270.4941>
- Vega, J. M. (2015). *El planeamiento de la defensa en España 2008-2015: Análisis de política pública*. *Revista de Estudios en Seguridad Internacional*, 1(2), 35–63. <https://dx.doi.org/10.18847/1.2.2>