

Capítulo 1.

Modelo de gestión de la Innovación para un Departamento de Investigación, Desarrollo e Innovación

Dr. Diego Morante

<https://orcid.org/0000-0001-6543-1694>
dmorante75@gmail.com

MY. Guillermo Giraldo Martinez

<https://orcid.org/0000-0002-0788-9151>
guillermo.giraldo@fac.mil.co

TE. Lina María Cajiao Pardo

TE. Paula Andrea Cárdenas

Escuela Militar de Aviación “Marco Fidel Suárez”
Fuerza Aérea Colombiana

Cita este capítulo:

Morante, D.; Giraldo Martinez, G.; Cajiao Pardo, L. M. y Cárdenas, P. A. (2022). Modelo de gestión de la innovación para un Departamento de Investigación, Desarrollo e Innovación. En: Ortiz Ayala, R.; Valencia Pérez, L. R.; Valencia Pérez, H. F.; Escobar Soto, J. F.; Flórez Zuluaga, J. A.; Quintero Quiceno, S.; Riaño Cubillos, J. S.; Falla Rubiano, A.; Barros Ochoa, A. I.; Salazar Ospina, F. A.; Morante, D.; Cárdenas, P. A.; Cajiao Pardo, L. M.; Giraldo Martinez, G. A.; Ortega Madroño, M. S.; La Rivera Muñoz, F.; Castillo García, J. F.; Mosquera Pérez, C. M.; Cabezas Álzate, D. F.; (...) y Ordóñez-Castaño, I. A. *Gestión, tecnología y logística empresarial aplicado al sector aeroespacial y otros estudios prospectivos en tendencia* (pp. 9-35). EMAVI Sello Editorial y Editorial Universidad Santiago de Cali.

Introducción

El presente capítulo de libro parte de un proyecto de investigación desarrollado en la Escuela Militar de Aviación (EMAVI) “Marco Fidel Suárez”, orientado a proponer la estructura de un modelo que garantice la óptima gestión de la innovación en el sector aeroespacial para el Departamento de Investigación, Desarrollo e Innovación (DIDIN) adscrito a la Fuerza Aérea Colombiana (FAC). Este documento presenta la propuesta de un modelo de gestión de la innovación para ponerlo en marcha en el Departamento de Investigación, Desarrollo e Innovación de la Fuerza Aérea Colombiana, a través de un diagnóstico conceptual sobre los procesos para la materialización de proyectos que se llevan en la EMAVI, estudiando los modelos de gestión de la innovación que aplican otras instituciones, con el propósito de tomar elementos de referencia que podían ser aplicados en el DIDIN. Finalmente, el modelo se estructuró definiendo los recursos y los fundamentos para la acertada gestión de la innovación, teniendo en cuenta las debilidades y capacidades organizacionales.

La problemática, se evidencia en el DIDIN por la falta de un marco general que integre las herramientas, los recursos y las fases previstas para llevar a cabo un proyecto innovador, así como los objetivos, políticas de innovación y métodos de evaluación y seguimiento aplicables a los resultados. Por esta razón, se propone la creación de un modelo que integra todos los aspectos mencionados y que está alineado con los intereses misionales de la FAC.

Durante la investigación se estudió la literatura relacionada con la gestión de innovación como el Manual de Frascati, el Manual de Oslo y Normas Internacionales sobre la materia; se analizaron distintos modelos de gestión de innovación que son aplicados internacionalmente al personal responsable de los procesos de investigación I+D+i en el DIDIN, así como docentes de los programas académicos de la EMAVI.

La propuesta cumple con los lineamientos exigidos por la norma NTC-ISO 5801 sobre los requisitos del sistema de gestión de la I+D+i, que permite la materialización de los proyectos, que aporten al desarrollo del sector aeroespacial colombiano, fomentarla cultura de la investigación de los programas de pregrado de la EMAVI.

El documento en la primera sección presenta los documentos que sirvieron como referencia para el cumplimiento del objetivo; en la segunda sección se hace una descripción de la metodología propuesta para el desarrollo de la investigación; en la tercera sección se muestra el proceso de recolección de datos y el análisis de la información obtenida; en la cuarta sección se dan a conocer los resultados obtenidos; finalmente, se presentan las conclusiones de la investigación.

Palabras clave: Innovación, investigación I+D+i, gestión aeroespacial, departamento de investigación.

Revisión de la literatura

Documentos y referencias para la estructuración de un modelo de gestión de innovación. Se utilizaron tres referencias fundamentales, las cuales sustentan al proyecto de investigación y se describen a continuación.

Norma NTC- ISO 5801

La norma NTC-ISO 5801 fija los requisitos para elaborar los sistemas de gestión de investigación, desarrollo e innovación, a través de directrices que realizan un análisis interno y externo de las organizaciones, permitiendo identificar sus oportunidades y amenazas, para garantizar que los objetivos definidos y los proyectos seleccionados sean los adecuados y pertinentes, en relación con los recursos disponibles.

De esta norma se toman los siguientes aspectos importantes:

- Metodología PHVA. Para sistematizar los procesos I+D+i, se usa la metodología del ciclo de mejora continua de DEMMING como estrategia de competitividad, que eleva el potencial administrativo de las organizaciones (Castillo, 2019); a través del proceso continuo del Planear (definir los objetivos de sistema)- Hacer (aplicar los procesos)- Verificar (controlar el desarrollo y cumplimiento de los objetivos, informar los resultados)- Actuar (corregir las fallas en el proceso y garantizar la mejora continua del sistema).

- Elementos determinantes del entorno. Son elementos que impactan el desarrollo de las actividades de innovación y están relacionados con el entorno interno y externo de la organización. En el entorno interno se tienen en cuenta elementos como el direccionamiento estratégico de la organización; el compromiso con la investigación y el desarrollo; los recursos económicos que se tengan; las relaciones entre proveedores y usuarios; la comunicación y las relaciones organizacionales. Por otro lado, en el entorno externo se analiza el impacto de los procesos en la sociedad y en el ambiente; las tendencias y necesidades del mercado; las regulaciones, políticas y leyes que influyen en los procesos; las relaciones con los competidores; así como el apoyo de otras instituciones públicas y privadas.

Manual de Oslo

Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (2016, p. 23), el Manual de Oslo establece una serie de directrices relacionadas con la recolección e interpretación de datos para entender mejor la innovación y su influencia en el desarrollo económico. La innovación es considerada como un aspecto primordial en la estrategia de las empresas para desarrollar nuevos productos o mejorar la eficiencia, aumentar la demanda y reducir los costos (OCDE y Eurostat, 2018).

De acuerdo, como lo define el mismo Manual de Oslo este documento esta para:

“proporcionar pautas para recopilar e interpretar datos sobre innovación. Busca facilitar la comparabilidad internacional y proporciona una plataforma para investigación y experimentación en la medición de la innovación. Sus directrices son principalmente destinadas a apoyar las oficinas nacionales de estadística y otros productores de datos de innovación en diseñar, recopilar y publicar medidas de innovación para cumplir con una variedad de investigaciones y necesidades políticas. Además, las pautas también están diseñadas para ser de valor directo para los usuarios de la información sobre innovación”.

De este documento para la innovación se extrajo la siguiente información para la construcción del modelo:

- **Tipos de innovación.** La innovación puede ser entendida como un proceso de “destrucción creativa”, es decir, de sustituir tecnologías antiguas por unas nuevas. Además, pueden clasificarse como radicales (si los cambios que generan son inmediatos) o progresivas (si los cambios se generan de manera continua).
- **De acuerdo con el objeto de la innovación puede clasificarse en innovación de productos y de procesos del modelo de negocio o para este caso de la organización que generan una ventaja competitiva.** La innovación de productos se divide en innovación de bienes y servicios; la innovación de procesos a su vez se divide en innovación de producción de bienes y servicios, distribución y logística, mercadeo y ventas, sistemas de información y comunicación, gestión y administración, desarrollo de productos y procesos de desarrollo de negocios (OCDE y Eurostat, 2018). También se plantea cinco (5) tipos de innovación: introducción de nuevos productos, introducción de nuevos métodos de producción, apertura de nuevos mercados, desarrollo de nuevas fuentes de suministro y creación de nuevas estructuras de mercado (OCDE y Eurostat, 2018). Factores que influyen en la innovación. Se tienen en cuenta factores impulsores que alientan la actividad innovadora; factores obstaculizadores que impiden o afectan la innovación; y factores relacionados con las capacidades de la empresa para mejorar las innovaciones, a través del seguimiento a los resultados y la protección frente a los competidores.
- **Vínculos en el proceso de innovación.** Son los laboratorios, universidades, proveedores y clientes, que suministran información, tecnología, prácticas y recursos a la institución que desarrolla la innovación, los cuales pueden ser internos o externos.
- **Marco general para la medición de innovaciones.** El Manual de Oslo tiene en cuenta las siguientes características para la medición de las innovaciones: innovación de la empresa; vínculos con otras empresas e instituciones públicas de investigación; marcos institucionales en los que funcionan las empresas y el papel de la demanda.

Pactos por la innovación de Minciencias

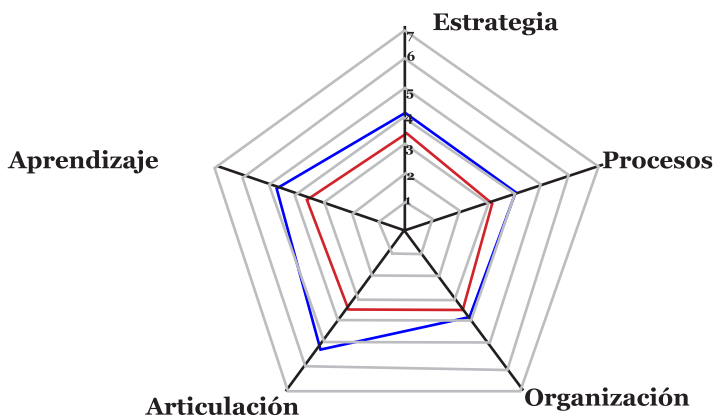
Los pactos para la innovación del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación son un acuerdo firmado entre empresas que usan la innovación

como una estrategia de crecimiento y desarrollo, en el cual las empresas involucradas se comprometen a hacer un autodiagnóstico de los aspectos de su innovación y, a partir de esto, reciben una hoja de ruta (Minciencias, 2022).

Los aspectos evaluados son los sistemas de innovación y las alianzas. En el cual en los primeros se evalúa como se impulsan las capacidades de las empresas para generar y consolidar las ideas de una forma eficiente que asegure el éxito de los resultados usando metodologías y técnicas; en las alianzas se evalúa como utilizan este mecanismo como una herramienta para fomentar la cultura de la innovación de las empresas que forman parte de los pactos (Minciencias, 2022).

Partiendo de este proceso establecido por Minciencias se tomó el proceso de autodiagnóstico aplicado en el DIDIN como punto de partida de esta investigación, donde se dedujo que la capacidad innovadora tiene una fuerte articulación y los aspectos como los procesos, la estrategia y el aprendizaje se encuentran un poco por encima del promedio, mientras que su organización es deficiente. Por esta razón el DIDIN, de acuerdo con Ministerio de Ciencia, Tecnología e información, tiene un promedio de 5.5 el cual es mayor a la línea base, pero aún puede alcanzar un nivel muy superior considerando que las organizaciones más avanzadas tienen un promedio entre 6 y 7 (Minciencias, 2022).

Figura 1
Radar de gestión de innovación del DIDIN



Fuente: Minciencias.

Se considera que el DIDIN es una organización de innovación avanzada de acuerdo con su capacidad interna de gestionar la innovación y a la capacidad de movilización del sector.

Finalmente, se concluye que el DIDIN necesita una mejor organización y estrategia para desarrollar la innovación y fomentar la cultura innovadora.

Metodología

El método de la investigación es cualitativo, el documental-explicativo y de diagnóstico-intervencionista (Hernández Sampieri et al., 2014), mediante, el cual se diseñó una propuesta de un marco general para la materialización de los proyectos innovadores en el DIDIN, conociendo los detalles de la necesidad para generar la solución más óptima; haciendo uso de metodologías, teorías y modelos anteriores en el campo de la gestión de innovación.

Para el desarrollo de la investigación se hizo, una revisión de la literatura relacionada con la gestión de innovación, para ser utilizada como guía para el análisis del Modelo de Gestión de la FAC. Para la fase de diagnóstico se diseñaron los instrumentos de recolección de información en la investigación conformados por guías de observación, cuestionarios de entrevistas y encuestas que fueron aplicados a la población objeto de estudio; seleccionando a los actores que participan en los procesos de innovación e investigación en el DIDIN, conformado por jefes de departamento y de laboratorios, así como docentes investigadores del programa de pregrado de Ingeniería Mecánica de la EMAVI. A partir de los datos obtenidos, se hizo una clasificación y análisis basado en la confrontación de los procesos de innovación de la FAC y del DIDIN, con los requerimientos exigidos por la norma técnica de referencia, lo señalado en la literatura relacionada y lo aplicado por otras instituciones de referencia (Hernández Sampieri et al., 2014).

Para consolidar el diagnóstico se elaboraron matrices PCI y DOFA, en las que se señalaron los juicios resultantes del análisis, así como las oportunidades ante lo exigido por la norma y a lo aplicado en las instituciones de referencia. Teniendo en cuenta esto se plantea la estructura y el funcionamiento del sistema de gestión de la innovación más favorable para su aplicación en la Institución, la cual incluye, la diagramación, documentación y definición de las características para su implementación.

Desarrollo

Para la recolección de datos se estudió el Modelo de Gestión Institucional actual de la Fuerza Aérea Colombiana y el Modelo de Gestión del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación. Así mismo, se entrevistó al personal relacionado con los proyectos de innovación en el DIDIN, verificando la coherencia de infraestructura y los procesos que se desarrollan actualmente en materia de gestión de innovación con los requisitos establecidos en la norma NTC-ISO 5801 para los sistemas de gestión de I+D+i. Posteriormente, se identificaron las fortalezas y debilidades del Departamento en dicha área.

Se estudiaron modelos de gestión de innovación aplicados en otras instituciones y centros de desarrollo con el fin de tomar referencias para el modelo que será aplicado en el DIDIN.

Evaluación del modelo de gestión de la FAC

La estructura del Modelo de Gestión Institucional de la FAC se fundamenta en tres ejes: eje estratégico, eje de procesos y eje de transformación. En este último se incluye el componente de innovación, el cual, se aplica a los proyectos de investigación y desarrollo tecnológico enfocados a generar productos y transformar procesos para proyectar a la FAC como una institución líder y preferente regional, con alcance global y con capacidades disuasivas reales, permanentes y sostenibles, por lo cual, se entiende la innovación como un “factor esencial” en el proceso de mejoramiento continuo y la visión institucional (Fuerza Aérea Colombiana, 2011, 2020).

Se considera que la innovación por sí sola, no garantiza necesariamente que se alcance el objetivo de mejora en la institución. Por el contrario, si se plantea de manera inadecuada, la gestión de la innovación puede conducir a un fracaso. Por esta razón se hace necesario establecer metodologías y estrategias definidas para poder innovar en los procesos y en los productos generados por la FAC, utilizando herramientas que permitan definir los factores impulsores u obstaculizadores del entorno en el proceso de innovación (Modelo de Gestión FAC, 2016).

La innovación debe ser parte de la cultura de aprendizaje de la Fuerza Aérea Colombiana, debido a que esta sustenta la productividad del conocimiento de cada uno de sus miembros, al integrarse a los procesos y operaciones,

para que se generen nuevos proyectos innovadores que impulsen el desarrollo científico y tecnológico y la capacidad de asumir nuevos retos que mejoren la competitividad y la productividad institucional.

Evaluación del modelo de gestión del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación (SCTel)

El SCTeI FAC es un sistema articulado al Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación del Ministerio de Defensa Nacional que está conformado por estrategias, programas y actividades de ciencia, tecnología e innovación, establecidas en el Plan Estratégico Institucional 2011-2030.

Para la estrategia 2042 la FAC establece que se debe garantizar una transformación permanente, teniendo como propósito la consolidación de una Fuerza polivalente e interoperable que se consolide como preferente y líder regional. Establece nuevos dominios donde debe actuar la ciencia y la tecnología para apoyar la operación en el aire, el espacio y el ciberespacio para proteger la nación, así como para permitir la libertad de acción a las fuerzas amigas, mientras se la niega al enemigo (Fuerza Aérea Colombiana, 2020).

En cuanto a la política relacionada con Ciencia Tecnología e Innovación se establece lo siguiente:

“El impulso a proyectos de investigación, ciencia, tecnología e innovación, se desarrollará con el fin de satisfacer necesidades de la Fuerza, cumplir la misión y avanzar tecnológicamente, permitiendo el fortalecimiento y la sostenibilidad de las capacidades”. (Fuerza Aérea Colombiana, 2020)

Por consiguiente, el DIDIN de EMAVI debe enfocar sus esfuerzos a avanzar tecnológicamente, garantizando el fortalecimiento y la sostenibilidad de la FAC enmarcado en la misión asignada.

El propósito del SCTel es Desarrollar actividades de ciencia, tecnología e innovación (ACTI), que permitan generar una ventaja militar e impulsen la independencia tecnológica para fortalecer el dominio del aire, el espacio y el ciberespacio. Conectando esfuerzos institucionales para la creación, la apropiación y transferencia de conocimiento y tecnologías en beneficio de la defensa y seguridad nacional.

Objetivos de la investigación de la FAC. El Modelo de Investigación del Sistema Educativo de la Fuerza Aérea Colombiana (MOINV, 2015, p. 10) establece los siguientes objetivos de la investigación:

- Contribuir al análisis y solución de los problemas más pertinentes de la FAC, especialmente en los campos del conocimiento científico y/o tecnológico.
- Contribuir a la formación de una cultura institucional que reconozca a la investigación como uno de los ejes fundamentales para el soporte de la institución.
- Contribuir a la formación de Oficiales, Suboficiales y civiles con perfil de investigadores que en el futuro se desempeñen como investigadores y/o gestores de los centros de formación e investigación de la Fuerza Aérea Colombiana.
- Establecer y consolidar los nexos del SCTeI con el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, el sector aeroespacial, la industria aeronáutica regional y el sistema educativo en sus diferentes niveles.
- Contribuir al mejoramiento y modernización de los procesos de formación académica que se desarrollan en la institución.

Funciones primarias del SCTeI. Se fundamentan en la visión institucional, la cual encamina el desarrollo tecnológico hacia los intereses del país en general. Dichas funciones se exponen a continuación:

- **Sostener la Fuerza:** planteando soluciones que reduzcan la dependencia tecnológica de la FAC a través de programas de investigación de auto sostenibilidad y apoyo misional.
- **Modernizar la Fuerza:** es la función principal para el mediano plazo. Consiste en desarrollar capacidades distintivas para la FAC a través de vínculos con otras instituciones, que la lleven a tener una ventaja tecnológica en el ámbito aeroespacial.
- **Proyectar la Fuerza:** esta función se enfoca al largo plazo. Orienta la institución al liderazgo aeroespacial, contribuyendo a los objetivos de la nación.

Procesos y recursos para la ejecución de proyectos I+D. La metodología aplicada para alcanzar los objetivos de los proyectos comprende los siguientes aspectos de acuerdo a lo que se encuentra reglamentado en el MOINV y en el procedimiento GH-JEAES-PR-003 “Gestión Integral de Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (ACTI) en la Fuerza Aérea Colombiana” (Villamil et al., 2021):

- **Formulación, evaluación y aprobación:** presentar ante el Comité de Ciencia, Tecnología e Innovación (CCTel) los proyectos para que sean aprobados, o desarrollar los proyectos estratégicos indicados por el alto mando teniendo en cuenta su afinidad con las líneas de investigación, su pertinencia y su factibilidad. Para este proceso pueden ser convocados evaluadores externos.
- A partir de la evaluación se define si los proyectos serán financiados y se llevan a la instancia más adecuada, que puede ser interna (DICTI) a través de convenios de espaciales de cooperación o externa a través de fondos como el Francisco José de Caldas (Minciencias).
- **Control y seguimiento:** supervisar el desarrollo y los resultados del proyecto, documentando el logro de los objetivos y la ejecución del plan financiero y técnico.
- **Financiación:** la correcta ejecución de los recursos destinados para el proyecto es responsabilidad del investigador principal exclusivamente, quien está bajo la supervisión de la Dirección de Ciencia, Tecnología e Innovación. Los proyectos financiados por fuentes internas están regidos de acuerdo a la normatividad vigente para la FAC, mientras que los que reciben apoyo de entes externos tendrán en cuenta las condiciones y características indicadas en los términos de referencia propias de la entidad que convoca.
- **Administración:** se refiere a la gestión del talento humano y los recursos financieros, físicos y de tiempo.
- **Reconocimiento de la actividad desarrollada:** teniendo en cuenta el Régimen Común sobre Propiedad Industrial y la normatividad vigente en la FAC, se reconocerán los derechos de autor y propiedad industrial de los resultados en lo referente a los derechos morales, los derechos patrimoniales son de propiedad de la FAC o de acuerdo con lo que se negocie si en el proyecto participa un externo a la FAC.

- **Acciones por incumplimiento:** se tomarán acciones administrativas, disciplinarias, fiscales y penales sobre los proyectos cuyos resultados no cumplan con los objetivos aprobados sin que exista una razón justificable, para restituir a la Institución los recursos invertidos.

Análisis de la infraestructura y los procesos que desarrolla actualmente el DIDIN en materia de gestión de innovación

El Departamento de Investigación, Desarrollo e Innovación de la Escuela Militar de Aviación fue inaugurado el 25 de julio de 2002 con el propósito de soportar los programas de pregrado de la EMAVI, a través del desarrollo de actividades formativas de investigación, que apoyen y soporten desde la base formativa los programas de investigación de la FAC.

Los proyectos desarrollados hasta el momento por el DIDIN están enfocados en producir tecnologías innovadoras que impacten en la operación y en la logística de la FAC, pero no se ha logrado el impacto esperado, debido al bajo nivel de adopción tecnológica de la FAC a nivel organizacional, doctrinario y táctico (el usuario final de la tecnología).

Líneas de investigación de los proyectos del DIDIN. Los proyectos que ha desarrollado el DIDIN hasta la fecha están relacionados con la conceptualización, administración e implementación de actividades de investigación y desarrollo, a través de programas y proyectos de innovación en tecnología aeroespacial. De acuerdo con lo establecido en los programas de investigación de la FAC: El programa de Autonomía Institucional, El Programa de Apoyo a la Misión, El Programa de Ventaja Tecnológica, El programa Espacial FAC y El Programa Antártico FAC.

El DIDIN está en la capacidad de: diseñar, manufacturar y transferir a la industria piezas, componentes, equipos y sistemas especiales para vehículos aeroespaciales; realizar pruebas aerodinámicas en túneles de viento; llevar a cabo pruebas ambientales de materiales y equipos aeroespaciales; así como producir prototipos no funcionales usando arquetipos.

Laboratorios y equipos. El DIDIN cuenta con los servicios de diseño asistido por computador en 3D para modelados de sólidos; entrega de planos impresos en plotter; prototipado; mecanizado de piezas en fresadora de control numérico en el sistema integrado CAD/CAM; determinación de espesores de recubrimiento sobre materiales ferrosos y no ferrosos;

medición de rigurosidad superficial con medidor portátil digital automático; medición de dureza HRB y HRC; sonda de temperatura por infrarrojos; módulo transductor de alta presión; sistema de adquisición de datos con acondicionamiento de señales y escáner en tres dimensiones.

Análisis de los datos obtenidos en las entrevistas realizadas al personal responsable de los procesos de innovación en el DIDIN

Se elaboraron las entrevistas al personal responsable de los proyectos del DIDIN la Sección de Investigación de la Escuela Militar de Aviación, y una muestra de los docentes del Programa de Ingeniería Mecánica, realizando proceso de validación con expertos para la aprobación de los instrumentos diseñados y el ajuste de acuerdo con los resultados obtenidos con el Jefe Departamento I+D+i EMAVI, (02) Docentes del Programa de Ingeniería Mecánica: y el Jefe Laboratorio Materiales. Asimismo, se realizó un proceso de validez racional en el que se contrastó el marco teórico y las preguntas del instrumento utilizado.

Al aplicar los instrumentos para las entrevistas se lograron obtener las siguientes conclusiones:

Conclusiones obtenidas a partir de las entrevistas. Teniendo en cuentas las opiniones y respuestas del personal entrevistado se pudo deducir que el DIDIN, no cuentan con un modelo adecuado para la gestión de innovación por los motivos que se exponen a continuación: En primer lugar, los procesos y actividades presentan debilidades de estandarización y procedimentación que permitan, llevar a cabo un adecuado seguimiento a los productos.

- Aunque se cuenta con personal altamente capacitado, generalmente se abandona la materialización de las ideas en proyectos innovadores, la ausencia de claridad en los procesos de gestión. Por otro lado, los proyectos no generan un retorno sobre la inversión por qué no se implementan en los procesos de la FAC. Asimismo, no se están teniendo en cuenta las necesidades ni las tendencias de la demanda para la selección de las ideas.
- La financiación de los proyectos está regida por la Ley 80, y no se está aplicando lo descrito en el decreto ley 593 de 1991 y en el decreto de reglamentación de CTeI, la cual exige una proyección detallada

de los recursos que van a ser requeridos, con un costo margen de acción para solventar los requerimientos de un proyecto de I+D+i. De igual forma, se tienen dificultades de financiación relacionadas con la inadecuada estructuración de los proyectos, para acceder a convocatorias internas o externas.

- La alianza con otros grupos y bases áreas de la FAC, brindan al DIDIN las herramientas e infraestructura propicias para la realización de los proyectos que aporten a suplir las necesidades de la FAC.
- Finalmente, se concluyó que es necesario estandarizar, detallar y documentar los procesos en el DIDIN y a nivel institucional garantizando la eficiencia en su desarrollo y la calidad de sus productos, para lograr el máximo beneficio de la cooperación con otras instituciones.

Matriz PCI. Es una Matriz que permite calificar el grado que se encuentran las fortalezas y debilidades en cada uno de los recursos internos de la organización dándole una calificación de nivel de bajo medio o alto (Serna, 2015). De acuerdo, al análisis realizado bajo un proceso deductivo de los autores contrastando las respuestas de los entrevistados, el marco teórico planteado en la investigación y el instrumento aplicado, infiriendo las premisas permitiendo presentar de la Capacidad Interna del DIDIN obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 1
Análisis interno de fortalezas y debilidades

Calificación	Fortaleza			Debilidad			Impacto		
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
CAPACIDAD DIRECTIVA									
1. Direccionamiento estratégico					X		X		
2. Cumplimiento a los contratos				X			X		
3. Alianzas estratégicas con proveedores y servicios complementarios	X						X		

Calificación	Fortaleza			Debilidad			Impacto			
	Factores	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
4. Adaptabilidad según necesidades del sector				X					X	
5. Trayectoria y reconocimiento como institución		X							X	
CAPACIDAD COMPETITIVA										
1. Participación en el mercado regional				X				X		
2. Portafolio de productos				X				X		
CAPACIDAD TECNOLÓGICA										
1. Capacidad técnica y de manufactura	X							X		
2. Efectividad de la producción				X				X		
CAPACIDAD DE TALENTO HUMANO										
1. Experiencia del recurso humano			X					X		
2. Estabilidad y pertenencia				X				X		

Fuente: elaboración propia.

Matriz DOFA. A partir del análisis de la matriz PCI y de los resultados obtenidos en el desarrollo de las entrevistas, se presenta la matriz DOFA para la implementación de un Modelo de gestión de innovación dentro del Departamento de Investigación, Desarrollo e Innovación.

Debilidades

D1. Carencia de una cultura de innovación.

D2. Baja rentabilidad y aplicación de las innovaciones.

D3. Desarticulación de los procesos, métodos y sistemas.

D4. Falta de documentación y estandarización.

Fortalezas

F1. Competitividad y reputación en el sector Aeroespacial Colombiano.

F2. Calidad del talento humano y adecuada infraestructura.

F3. Articulación con otras áreas de la institución.

F4. Posibles fuentes de financiación.

Oportunidades

O1. Crecimiento del mercado en el ámbito aeroespacial.

O2. Desarrollo y adquisición de tecnologías de fabricación.

O3. Incremento en el apoyo a proyectos de I+D+i de uso Dual en el mercado en el mercado nacional e internacional.

O4. Posibilidades de cooperación tecnológica y alianzas nacionales e internacionales.

Amenazas

A1. Falta de seguimiento a los resultados de los proyectos.

A2. Baja tasa de adopción tecnológica de los productos innovadores.

A3. Continuo y rápido avance de la tecnología.

A4. Competencia creciente.

Estrategias DO

O3D1. Emplear el apoyo a los procesos de innovación como un factor que impulse la cultura de la innovación dentro de la institución.

O4D4. Acceder a la experiencia de otras entidades líderes en procesos de innovación.

O2D3. Aprovechar las tecnologías existentes en los procesos internos, para fortalecer la gestión de la innovación.

O1D2. Desarrollar proyectos de interés para el mercado aeroespacial, y los intereses institucionales, con un proceso de implementación de los resultados de forma eficiente a las actividades de la FAC.

Estrategias DA

D1A4. Fomentar la cultura de la innovación y la creatividad dentro de la institución con el fin de fortalecer la competitividad institucional.

D3A1. Implementar procesos y automatizarlo a través de sistemas para facilitar la gestión de innovación y que permitan ejercer un adecuado seguimiento de los proyectos y sus productos.

D2A2. Promover la implementación de los resultados de los proyectos innovadores a nivel interno y transferirlos a nivel externo para obtener un retorno sobre la inversión.

D4A1. Procedimentar las actividades de innovación, teniendo en cuenta el control y la vigilancia sobre los resultados de investigación generados.

Estrategias FO

F1O1. apoyar y potenciar el crecimiento del sector aeroespacial para suplir el creciente mercado nacional e ingresar al mercado internacional.

F4O2. Incrementar la inversión financiera en el desarrollo de tecnologías innovadoras.

F3O4. Integrarse con otras áreas de la institución, y mejorar los procesos de cooperación científica y tecnológica con otras entidades del orden nacional e internacional para potenciar a materialización de proyectos innovadores con alto impacto y valor agregado.

F2O2. Fortalecer la apropiación de nuevas tecnologías y mantener y desarrollar la infraestructura adecuada para garantizar la generación de un círculo virtuoso que permita la creación continua de nuevas tecnologías innovadoras.

Estrategias FA

F3A1. Proponer la implementación de los proyectos innovadores en las diferentes áreas de la institución que se beneficien, y ejercer el debido control sobre su desempeño y realizar las acciones de mejora correspondientes que se evidencien en su operación real.

F1A2. Impulsar la transferencia de tecnologías innovadoras a las empresas regionales para apoyar su posicionamiento en la industria aeroespacial nacional e internacional.

F2A3. Mantener al personal de la institución altamente capacitado dentro del contexto tecnológico actual y fortalecer la infraestructura tecnológica constantemente para afrontar continuamente nuevos retos tecnológicos.

F1A4. Mantener un alto nivel de reconocimiento nacional e internacional para ser referentes regionales.

Evaluación de los modelos aplicados en otras instituciones o centros de desarrollo tecnológico del país y la región

Los modelos de gestión de la innovación analizados tienen características particulares que hacen que unos sean más aptos que otros para responder a cada tipo de necesidad de las organizaciones en materia de innovación.

Estos fueron: el Modelo de Funciones Básicas para la Gestión de Innovación, Modelo Temaguide de COTEC, Modelo Kaplan y Norton, Modelo de Gestión de la Innovación en el Sector Servicios y el Modelo de Enlaces en Cadena.

Se determinaron los aportes y deficiencias de cada uno definiendo los elementos aplicables al modelo del DIDIN, los cuales se presentan a continuación:

Tabla 2

Análisis comparativo de los modelos de la gestión de la innovación

Modelo gestión de la innovación	Característica	Aportaciones	Deficiencia
Funciones Básicas Gestión de la Innovación (Samuel et al., 2010)	Incluye cinco funciones: inventariar, evaluar, vigilar, optimizar y proteger.	Útiles para entender de formas simplificada y racional el proceso de innovación. Sientan las bases de modelos posteriores.	Alcance elemental No incluye mecanismos para seguimiento y control.
Modelo Temaguide de COTEC (Amador y Márquez, 2009)	Propone cinco funciones: vigilar, focalizarse, capacitar, implantar y aprender.	Enfatiza en el conocimiento del entorno (mercado) y en la capacidad de aprendizaje de la organización.	Al ser un modelo lineal los procesos de retroalimentación son limitados.
Modelo de Kaplan y Norton (Kaplan y Norton, 2004)	Cuatro perspectivas fundamentales del Cuadro de Mando Integral, donde en las perspectivas internas, uno de los procesos medulares de la empresa es la gestión de la innovación, definida en tres procesos fundamentales: identificación de oportunidades, gestión de la cartera de proyectos, diseñar y desarrollar, y lanzamiento del producto al mercado.	Concibe la innovación como una de las funciones básicas para la competitividad de las empresas. Incluye sistema de medición, a través de indicadores.	No incluye funciones la vigilancia tecnológica y la protección de la tecnología.
Modelo de Gestión de la Innovación en el Sector Servicios (Arzola y Mejías, 2007)	Propone siete funciones: liderazgo, planificación estratégica, procesos, satisfacción de clientes, organización, competencia de recursos humano y responsabilidad social.	Adecuado al sector de servicios.	Genérico, no incluye las funciones básicas para la gestión de la innovación.
Modelo de Kline de Enlaces en Cadena o Modelo Cadena-Eslabón (Arellano et al., 2008)	No hay progresión lineal entre las actividades del proceso, permitiendo que se mejore cada etapa de desarrollo.	En cada etapa de la investigación mejora el desarrollo corrigiendo las novedades.	Deja de un lado la importancia de generación de redes y hacer parte de sistemas de CT&I.

Fuente: elaboración propia.

Resultados

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos a partir del análisis de los procesos internos de la institución y demás literatura relacionada con la gestión de innovación, se estructuró una propuesta del Modelo de Gestión de la Innovación para el DIDIN, usando como guía los requerimientos y las características establecidas en la Norma NTC-ISO 5801.

Propuesta del modelo de gestión de innovación para el DIDIN

Para construir la propuesta del Modelo de Gestión de Innovación del DIDIN se realizó un esquema de procesos y recursos que se requieren para materializar satisfactoriamente las ideas en proyectos innovadores en beneficio del cumplimiento de la misión y visión de la FAC. Teniendo en cuenta la normatividad vigente y las necesidades del DIDIN, así como las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas previamente identificadas.

El objetivo general del Modelo de Gestión de la Innovación del DIDIN es el de:

Dotar al DIDIN con una estructura que sistematice los procesos de I+D+i y optimice el desarrollo de las actividades relacionadas con la materialización de nuevas ideas en productos innovadores, las cuales deben enmarcarse en el cumplimiento de la misión y la visión institucional, orientando las acciones a fomentar la cultura de aprendizaje y a aumentar la competitividad de la institución para posicionarla como una entidad líder en el entorno aeroespacial.

Figura 2
Modelo de Gestión de la Innovación DIDIN



Fuente: elaboración propia.

Fases del modelo

El modelo consta de cinco fases, a las cuales se les hace un seguimiento periódico con el propósito de identificar posibles fallas o elementos de mejora en los resultados parciales. Cada cambio puede significar una modificación en un proceso anterior, por lo que todas las fases deben estar relacionadas entre sí y retroalimentarse continuamente.

Fase 1. Identificar: Analizar las necesidades internas del DIDIN y de la institución, examinar el entorno, determinando los elementos que impulsan la creación de productos innovadores. Las necesidades deben estar relacionadas con problemas que se puedan solucionar con actividades de investigación formativa de los programas de pregrado de la EMAVI que, a su vez, deben estar alineadas a las líneas de investigación del MOINV, en búsqueda de generar ventajas operacionales y logísticas en el cumplimiento de la misión. Por otro lado, en la examinación del entorno externo, debe direccionar la necesidad de innovar en las áreas en que las oportunidades y las amenazas lo permitan, y es importante establecer las alianzas de investigación con organizaciones de la industria aeroespacial y la academia nacional e internacional.

Fase 2. Idear: Esta fase busca aterrizar la idea identificada en la formulación de un proyecto que permita crear nuevos productos y/o mejorar los existentes, con el fin de responder a las necesidades que fueron identificadas en la etapa previa.

Fase 3. Seleccionar: Elegir las ideas formuladas en un proyecto y establecer la viabilidad tecnológica, técnica y financiera, teniendo en cuenta aspectos como: afinidad con los intereses y las políticas definidas en el direccionamiento estratégico de la FAC; potencial formativo y la oportunidad de generar nuevos conocimientos; impacto positivo en la sociedad; impacto medioambiental; ética científica; oportunidad de implementación; posibilidad de financiamiento; impacto sobre la organización.

Debe evaluarse el entorno del proyecto, teniendo en cuenta que este determina si la organización está en la capacidad de desarrollar el proyecto en un producto implementable. Los elementos para evaluar son:

- La experiencia profesional, capacitación del personal, sinergia en equipo y motivación del recurso humano.
- Vínculos y alianzas estratégica con universidades, centros de I+D+i, laboratorios y demás entidades públicas y privadas que faciliten la obtención de la información, tecnologías, prácticas y recursos.
- Fuentes de financiación propias o ajenas, para garantizar la existencia del capital financiero necesario para garantizar el éxito del proyecto, se pueden utilizar herramientas como los convenios especiales de cooperación y alianzas con otras organizaciones del orden territorial o internacional.
- Áreas de trabajo, equipos y servicios (infraestructura tecnológica) de apoyo asociados con el desarrollo de la investigación, y su disponibilidad a nivel interno y externo que garanticen el cumplimiento de los objetivos del proyecto

Fase 4. Diseñar: Para el desarrollo de productos tecnológicos innovadores es importante que en la fase de desarrollo exploratorio se diseñen prototipos de concepto, de banco, de laboratorio, y en la fase de asimilación e implementación se generen prototipos tecnológico e industrial (el prototipo ya listo para implementar) para lograr suplir las necesidades

del usuario final en cada uno de los detalles, si el producto planteado busca generar una TRL superior a 3 debe hacerse en coordinación con los centros de I+D+i de la FAC debido a que el conocimiento requerido es superior al de estudiantes de pregrado. Es clave realizar pruebas piloto para identificar fallas que puedan ser corregidas antes de continuar con el proceso e impedir que se estropeen los resultados finales y puedan impedir su implementación. Cuando las fallas detectadas sean corregidas se puede pasar a la siguiente fase del modelo (Vega González, 2009).

Fase 5. Implementar: Se refiere al uso del producto por parte de los procesos operacionales y logísticos de la FAC y/o su transferencia a la industria para su comercialización, utilización. Esta fase incluye el seguimiento del comportamiento del producto y las acciones de mejora que se requieran generar con apoyo del usuario final. La percepción de los usuarios en esta etapa permite mejorar los resultados y generar nuevas ideas.

Aspectos relacionados con la gestión de la innovación

Investigación. El proceso de investigación es usado dentro de la gestión de innovación para resolver problemas a través de la exploración del conocimiento. Esto lo convierte en un elemento fundamental y transversal a todas las fases del modelo, es clave desarrollar un buen proceso de formulación de la investigación para mitigar riesgos de fracaso.

Documentación. Se deben registrar y documentar todas las actividades del proceso con el que se desarrolló el producto innovador, en esta fase es importante tener en cuenta la forma de garantizar de forma adecuada la documentación del proceso de identificación, creación, selección, organización, almacenamiento y uso del conocimiento tácito y explícito generado a través del proyecto (Gómez, 2006). Esto permitirá que los elementos identificados en el seguimiento y retroalimentación de cada una de las fases permitan, mantener y mejorar el modelo, para generar con el pasar del tiempo productos con un mayor impacto institucional.

Propiedad intelectual. El modelo y los resultados de los proyectos deben ser protegidos a través de lo establecido en la Guía de propiedad Intelectual de la Fuerza Aérea Colombiana, se debe tener en cuenta realizar acuerdos de P.I. antes de formalizar alianzas con otras entidades para el desarrollo de investigaciones, para garantizar que se respeten los derechos morales y patrimoniales de las partes.

Cooperación Científica para la Innovación. A partir de la cooperación con otras áreas de la EMAVI y de la FAC, y con otras organizaciones del orden nacional e internacional, se puede acceder a la infraestructura y las herramientas necesarias para la materialización de las ideas innovadoras. Además, para impulsar el cumplimiento del alcance de los proyectos. Por este motivo es clave construir vínculos estables con organizaciones externas como Minciencias, universidades regionales y empresas que forman parte de los Clústeres del Valle del Cauca.

Conclusiones

Mediante la elaboración de esta investigación se concluyó:

- Teniendo en cuenta las directrices establecidas en la Norma NTC ISO 5801, existen falencias en forma en la que se está llevando a cabo el proceso de innovación en el DIDIN y en la FAC, relacionados con la ausencia de sistematización y documentación de los procesos; la falta de seguimiento a los a los resultados proyectos concluidos y los productos que llegan a implementarse; la carencia de una cultura institucional que promueva la innovación; y el desarrollo de alianzas estratégicas a través de convenios con entes del orden nacional e internacional de la industria y la academia.

A diferencia del modelo anterior, uno de los aspectos más relevantes por este modelo, es la inclusión de un proceso de validación social, tecnológica y económica que permite, que permite mejorar los procesos de selección de proyectos.

El modelo plantea por primera vez el proceso de implementación de proyectos dentro de los procesos operacionales y logísticos de la FAC, o su posible transferencia al sector civil para su explotación comercial a través de un aliado estratégico.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis a las actividades del DIDIN en los procesos de innovación, se determinó que es necesario implementar un modelo de gestión documental y del conocimiento que permita la mejora continua de la materialización de las ideas en proyectos innovadores implementos en los procesos de la FAC.

- La propuesta del modelo de gestión de la innovación para el DIDIN planteada en este estudio, cumple con los parámetros mínimos establecido por un modelo de este tipo de acuerdo con la literatura y los modelos estudiados en innovación. El modelo propuesto que consta de cinco fases, así como de ejes transversales a todas estas, como lo son la documentación, la investigación, el seguimiento y la cooperación innovadora, si se aplica correctamente garantiza que una idea se materialice en la mejora de los procesos operacionales, logísticos y la generación de ventajas competitivas (militares) para la FAC.
- El modelo del DIDIN, permite generar procesos de mejora continua que impactan positivamente en el liderazgo regional de la institución, fortaleciendo el sector de la industria aeroespacial colombiana la generación de nuevo conocimiento que aporta al desarrollo de la academia, que finalmente se refleja el fortalecimiento del componente físico del poder aéreo y espacial(Fuerza Aérea Colombiana, 2018).

Referencias

- Amador, B. y Marquez, A. (2009). *Un modelo conceptual para gestionar la tecnología en la organización*. Revista espacios 30(1), 1-23.
- Arellano, A., Córdova, E. y Hernández, J. (2008). *La sexta generación de los modelos de innovación en competitividad industrial, una propuesta TRIZ*. Trabajo presentado en el XII Congreso Internacional de la Academia de las Ciencias Administrativas AC (Acacia) del Instituto Tecnológico de Puebla, Tijuana, México.
- Arzola, M. y Mejías, A. (2007). Modelo conceptual para gestionar la innovación en las empresas del sector servicios. *Revista venezolana de Gerencia*, 12(37), 66-79.
- Castillo, L. (2019). El modelo Deming (PHVA) como estrategia competitiva para realzar el potencial administrativo. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10654/34875>.
- Consejo Aragonés de Cámaras de Comercio. (2016). *Modelos de Innovación*. Zaragoza, España. Recuperado de: www.camarasaron.com/innovación/docs/0103_InnovacionModelos.pdf.

- Dirección de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2015) *Modelo de Investigación del Sistema Educativo de la Fuerza Aérea Colombiana*. Bogotá D.C., Colombia.
- Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2017). *Desarrollo tecnológico e innovación, pactos por la innovación*. Bogotá D.C. Recuperado de: www.colciencias.gov.co/portafolio/innovación/empresarial/pactos>
- Fuerza Aérea Colombiana. (2011). *Plan Estratégico Institucional 2011-2030*.
- Fuerza Aérea Colombiana. (2014). *Modelo de Gestión FAC*. Bogotá D.C., Colombia. Recuperado de: <https://www.fac.mil.co/sistema-de-gestion-integral-fac>.
- Fuerza Aérea Colombiana. (2016). *Componente Innovación, Modelo de Gestión FAC*. Bogotá D.C., Colombia. Recuperado de: <https://www.fac.mil.co/alobienhagamoslobien/componente-innovaci%C3%B3n>.
- Fuerza Aérea Colombiana. (2016). *Plan de Acción 2016*. Bogotá D.C., Colombia. Recuperado de: https://fac.mil.co/sites/default/files/plan_de_accion_fac_2016.pdf.
- Fuerza Aérea Colombiana. (2016). *¿Qué es el Modelo de Gestión FAC?* Bogotá D.C., Colombia. Recuperado de: <https://www.fac.mil.co/alobienhagamoslobien/foto-galer%C3%ADa-54056>.
- Fuerza Aérea Colombiana. (2018). *Manual de Doctrina Básica del poder aéreo, espacial y ciberespacial de la Fuerza Aérea Colombiana*.
- Fuerza Aérea Colombiana. (2020). *Plan Estratégico Institucional 2020-2042*.
- Gómez, D. R. (2006). Modelos para la creación y gestión del conocimiento: Una aproximación teórica. *Educar*, 37, 25-39.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill Education.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2008). *Gestión de la Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i): Terminología y Definiciones de las Actividades de I+D+i*. NTC-ISO5800. Bogotá D.C., Colombia: El Instituto.
- Kaplan, R. S. y Norton, D. P. (2004). *Mapas estratégicos: Como convertir los activos intangibles en resultados tangibles*. Gestión 2000.

- Minciencias. (2022). *Pactos por la Innovación*. Minciencias. <https://minciencias.gov.co/innovacion/empresarial/pactos>.
- OCDE y Eurostat. (2018). *Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation*, 4th Edition. OCDE. <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico - OCDE y Eurostat. (2005) *Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación*. Madrid, España: Grupo Tragsa.
- Samuel, M. T., Vilorio, A. y Vásquez, C. (2010). Diagnóstico sobre la aplicación de las funciones básicas de gestión de la innovación en la Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". *Gestión y Gerencia*, 4(2), 20-38.
- Serna, H. (2015). *La Matriz PCI*. Universidad de Guanajuato. <https://nodo.ugto.mx/wp-content/uploads/2017/03/Matriz-PCI.pdf>.
- Unexpo Vicerrectorado Puerto Ordaz. (2012) *Análisis Comparativo de los Modelos de Gestión para la Innovación en las Organizaciones Empresariales*. Puerto Ordaz, Venezuela.
- Vega González, L. R. (2009). El Proceso de Desarrollo de Productos Tecnológicos entre las Universidades y las MIPYMES Mexicanas: Una Carrera de Obstáculos. *Journal of Technology Management y Innovation*, 4(4). <https://doi.org/10.4067/S0718-27242009000400010>
- Villamil, L., Paredes, R. y Jimenez, J. (2021). Procedimiento GH-JEAES-PR-003 "Gestión Integral de Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (ACTI) en La Fuerza Aérea Colombiana". Fuerza Aérea Colombiana.

