

CIENCIA Y PODER AÉREO

Revista Científica de la Escuela de Postgrados de la Fuerza Aérea Colombiana

ISSN 1909-7050 • E-ISSN 2389-9468

VOL. 14 Nº. 1 | Enero - Junio 2019 | Pp 1-260



Escuela de Postgrados de la Fuerza Aérea Colombiana Institución Universitaria • Resolución 1906 MEN, Agosto de 2002





CIENCIA Y PODER AÉREO

Revista Científica de la Escuela de Postgrados de la Fuerza Aérea Colombiana

ISSN 1909-7050 • E-ISSN 2389-9468



VOL. 14 N.º 1 | Enero - Junio 2019 | Pp 1-260



VOL. 14 n.º 1 | ENERO-JUNIO 2019

Pp. 1-260

Comité editorial / Editorial Board / Comitê editorial

Juan Pablo Casas Rodríguez
PhD. *Mechanical and Manufacturing Engineering*
Loughborough University, England
Universidad de los Andes, Colombia.

Ramón Fernando Colmenares
Post PhD., *Ingeniería Aeroespacial*
Cranfield University, United States
Universidad Cooperativa de Colombia.

Eduardo Pastrana Buelvas
PhD., *Derecho Internacional Económico*
Universität Leipzig, Germany
Facultad de Ciencias Políticas y Relaciones Internacionales
Pontificia Universidad Javeriana, Colombia.

Peter Thomson Roach
PhD. *Aerospace Engineering and Mechanics*
University of Minnesota, United States
Universidad del Valle, Colombia.

Sergio Tobón Tobón
Post PhD., *Competencias de los docentes en el Espacio Europeo de Educación Superior*
Universidad Complutense de Madrid, España.
Centro Universitario CIFE, México.

Comité científico / Scientific Board / Comitê científico /

Hernán Darío Cerón Muñoz
PhD., *Engenharias*
Universidade de São Paulo, Brasil,
Post PhD., Cranfield University, United Kingdom.

Luis Benigno Gutiérrez Zea
PhD., *Electrical and Computer Engineering*
Georgia Institute of Technology, United States
Universidad Pontificia Bolivariana, Colombia.

Héctor Enrique Jaramillo Suárez
PhD., *Ingeniería: Área Mecánica de Sólidos*
Universidad del Valle, Colombia.
Universidad Autónoma de Occidente, Colombia.

Julián Sierra-Pérez
PhD., *Ingeniería Aeroespacial*
Universidad Politécnica de Madrid, España.
Universidad Pontificia Bolivariana, Colombia.

Álvaro Joffre Uribe Quevedo
Post PhD., *Serious Games - IMMERS - Games Institute*
University of Waterloo, Canadá.
Universidad de Ontario, Instituto de Tecnología, Canadá.
Universidad Militar Nueva Granada, Colombia.

Pares académicos / Academic Peers / Pares acadêmicos

Denisse Amara Grandas Estepa
PhD. (c), *Relaciones Internacionales*
Universidad Nacional de la Plata, Argentina.
Universidad Militar Nueva Granada, Colombia.

Henry Cancelado Franco
M.Sc., *Análisis de Problemas Contemporáneos*
Academia Diplomática de San Carlos, Colombia.
Escuela Superior de Guerra, Colombia.

Heriberto González Valencia
Ph.D., *Investigación en Humanidades, Artes y Educación*
Universidad de Castilla – La Mancha, España.
Universidad Libre, Colombia.

Leidy Esmeralda Herrera Jara
Ph.D., *Educación*
Universidad Privada Norbert Wiener, Perú.
Escuela de Postgrados de Policía “Miguel Antonio Lleras Pizarro”, Colombia.

Escuela de Postgrados de la Fuerza Aérea Colombiana

Colombian Air Force
Postgraduate School
Escola de Pós-graduação da Força Aérea Colombiana

Director

CR. Javier Neira Peraza

Subdirector General

CR. Martín Fernando Zorrilla Rodríguez

Comandante Escuadrón Grupo Académico

TC. Jorge Iván Marín Herrera

Comandante Escuadrón de Educación Superior

TC. Magda Jinette Rincón Rivera

Comandante Escuadrón de Investigación

TC. Wilson Augusto Jaramillo García

Comandante Escuadrón Extensión e Internacionalización

CF. Carlos Enrique Hernández Cruz

Comandante Escuadrilla de Idiomas

ST. Julieth Ximena Castellanos Ladino

REVISTA CIENCIA Y PODER AÉREO

Journal Science and Air Power
Revista Ciência e Poder Aéreo

Director / Director / Diretor

TC. Wilson Augusto Jaramillo García

Editor / Editor / Editor

M.Sc. Erika Juliana Estrada Villa

Freedom Editorial

Equipo editorial / Editorial team / Equipe editorial

Coordinación editorial / Editorial coordination / Coordenação editorial

M.Sc. Mayden Yolima Solano Jiménez

Asistencia editorial / Editorial assistance / Assistência editorial

Evaluación de pertinencia / Relevance Assessment / Avaliação de Relevância

Evaluación científica y arbitraje / Scientific evaluation and arbitration / Avaliação científica e arbitragem

Revisión de textos / Text / Revisão de textos

Revisión de estilo / Editing style / Revisão do estilo

Diseño editorial / Editorial design / Design editorial

Traducción de contenidos / Content translation / Tradução de conteúdo

Diseño y maquetación / Design and layout / Design e layout

Corrector de pruebas - sintaxis / Proofreading - syntax / Revisão - sintaxe

Divulgación y registros de la publicación / Diffusion and registration / Difusão e registro

Escuela de Postgrados de la Fuerza Aérea Colombiana Freedom Editorial

Fotografías / Photographs / Fotografias

Biteca

Versión digital - OJS / Digital version - OJS / Versão digital - OJS

INFORMACIÓN TÉCNICA / Informações técnicas / Technical Information

Depósito Digital
Volumen 14 n.º 1 | Enero-Junio de 2019
Periodicidad semestral
ISSN versión impresa 1909-7050
ISSN versión electrónica 2389-9468
DOI: <https://publicacionesfac.com/index.php/cienciaypoderaereo/index>
Bogotá – Colombia (Suramérica), 2019

Alicia del Pilar Martínez Lobo
M.Sc., *Docencia e Investigación*
Universidad Sergio
Arboleda, Colombia.
Centro de Estudios Aeronáuticos
– Aeronáutica Civil, Colombia.

Ramón Fernando Colmenares
Post Ph.D., *Ingeniería Aeroespacial*
Cranfield University,
United Kingdom.
Universidad Cooperativa
de Colombia.

Jose Manuel García Bravo
Ph.D., *Ingeniería*
Purdue University, United States.

Julio Enoc Parra Villamarín
M.Sc. *Ingeniería Mecánica*
Universidad Nacional, Colombia.
Chief Operating Officer, Colombia.

Lilia Edith Aparicio Pico
Ph.D., *Ciencias Técnicas*
Universidad Central Marta
Abreu de Las Villas, Cuba.
Universidad Distrital Francisco
José de Caldas, Colombia.

Guillermo Eduardo Armenta Porras
M.Sc., *Meteorología*
Universidad Nacional, Colombia.
Investigador del grupo:
"Tiempo, Clima y Sociedad" del
Departamento de Geografía.

Leonardo Juan Ramírez López
Ph.D., *Engenharia Biomedica*
Universidade Mogi das
Cruzes, Brasil.
Universidad Militar Nueva
Granada, Colombia.

Nancy Esperanza Olarte López
M.Sc., *Tecnologías de la Información
Aplicadas a la Educación*
Universidad Pedagógica
Nacional, Colombia
Universidad Militar Nueva
Granada, Colombia.

Julián Sierra-Pérez
Ph.D., *Ingeniería Aeroespacial*
Universidad Politécnica
de Madrid, España.
Universidad Pontificia
Bolivariana, Colombia.

Luini Leonardo Hurtado Cortés
Ph.D., *Ingeniería - Automática*
Universidad Nacional, Colombia.
Universidad Distrital Francisco
José de Caldas, Colombia.

Elvis Eduardo Gaona García
Ph.D., *Ingeniería*
Universidad Distrital Francisco
José de Caldas, Colombia.

Edgar Leonardo Gómez Gómez
M.Sc. *Ingeniería - Telecomunicaciones*
Universidad Nacional, Colombia.
Centro de Estudios Aeronáuticos
– Aeronáutica Civil, Colombia

Oscar Orlando Simmonds Pachón
M.Sc., *Política Social*
Pontificia Universidad
Javeriana, Colombia.

Rafat Ahmed Ghotme Ghotme
Ph.D., *Historia*
Universidad Autónoma de
Barcelona, España.
Universidad Militar Nueva
Granada, Colombia.

Jorge Iván García Sepúlveda
M.Sc., *Thermal Power (Gas
Turbine Technology)*
Cranfield University,
United Kingdom
Universidad Pontificia
Bolivariana, Colombia.

Christian Camilo Segura Gómez
Ph.D.(c), *Ingeniería*
Universidad de los
Andes, Colombia.

**Para suscripciones o
canjes, dirijase a:**
Ciencia y Poder Aéreo / Science and
Air Power / Ciência e Poder Aéreo
cienciaypoderaereo1@gmail.
com (057-1) 637 8927 – 620
6518 Ext. 1719, 1722.
Biblioteca Escuela de Postgrados
de la Fuerza Aérea Colombiana.
biblioteca@epfac.edu.co

Para mayores informes:
Dirección postal / Mailing
Address / Endereço postal
Cra. 11 No. 102-50 Edificio ESDEGUE,
Escuadrón de Investigación.
Oficina 411. A.A.110111.
Bogotá D.C., Colombia.
Teléfonos (057-1) 637 8927 – 620
6518. Ext. 1700, 1719, 1722.
www.publicacionesfac.com

CIENCIA Y PODER AÉREO

Revista científica de la Escuela de Postgrados de la Fuerza Aérea Colombiana

ISSN: 1909-7050 – E-ISSN 2389-9468

PRESENTACIÓN

La revista científica Ciencia y Poder Aéreo es una publicación semestral de la Escuela de Postgrados de la Fuerza Aérea Colombiana. Su objetivo es contribuir a la difusión de los resultados de investigación y demás producción intelectual con especial énfasis en *Seguridad Operacional* y *Logística Aeronáutica, Gestión y Estrategia, y Tecnología e Innovación*; que busca contribuir al desarrollo tecnológico y científico, generando nuevo conocimiento y propiciando espacios de discusión y reflexión.

MISIÓN

La revista Ciencia y Poder Aéreo está concebida como el órgano de divulgación científica que incluye artículos: científico original, de reflexión, revisión, de carácter inédito, con alta calidad académica y rigurosidad científica, relacionados con temas de *Seguridad Operacional* y *Logística Aeronáutica, Gestión y Estrategia, y Tecnología e Innovación*; estos artículos son presentados ante la comunidad científica, nacional e internacional con el propósito de dar a conocer y divulgar los nuevos avances y aplicaciones del sector aeroespacial, así como aportes significativos al campo de las ciencias sociales y exactas.

VISIÓN

La revista Ciencia y Poder Aéreo se concibe como uno de los principales medios de divulgación de conocimiento para el sector aeroespacial en el campo de la ingeniería, la administración, como en las ciencias sociales y humanas, con artículos originales e inéditos basados en resultados de actividades académicas, investigativas y profesionales que den cuenta de su impacto para la ciencia, tecnología e innovación. Asimismo, desea ser altamente consultada y reconocida en el medio académico, científico y empresarial a nivel nacional e internacional del sector aeroespacial, siendo parte de las bases de datos e índices más relevantes del mundo, ratificando así la calidad de la publicación y el interés por la difusión del conocimiento.

PÚBLICO

La revista Ciencia y Poder Aéreo está dirigida a la comunidad científica nacional e internacional, estudiantes, profesores, investigadores, miembros de las Fuerzas Militares y el sector aeroespacial.

POLÍTICA EDITORIAL

Dentro de la política editorial de la revista Ciencia y Poder Aéreo se incluye un aparte dirigido a la ética frente a las responsabilidades del autor, del árbitro y el proceso de evaluación, así como del proceso editorial.

ÉTICA DE LA REVISTA

Los artículos presentados a la revista deben ser originales e inéditos y estos no deben estar simultáneamente en proceso de evaluación ni tener compromisos editoriales con ninguna otra publicación. Si el manuscrito es aceptado, el Editor espera que su aparición anteceda a cualquier otra publicación total o parcial del artículo. Cuando la revista tiene interés de publicar un artículo que ya ha sido previamente publicado, el autor deberá solicitar la autorización correspondiente a la editorial que realizó la primera publicación y dirigirla al Editor.

RESERVA DE DERECHOS

Está permitida la reproducción total o parcial de los artículos para uso personal o con fines académicos e investigativos, siempre y cuando se haga la respectiva cita y referencia al artículo, autor(es), y a la revista científica Ciencia y Poder Aéreo de la Escuela de Postgrados de la Fuerza Aérea Colombiana.

CIÊNCIA E PODER AÉREO

Revista científica da Escola de Pós-Graduação da Força Aérea Colombiana

ISSN: 1909-7050 - E-ISSN 2389-9468

APRESENTAÇÃO

A revista Ciência e poder aéreo é uma publicação semestralmente da Escola de Pós-Graduação da Força Aérea Colombiana. Tem como objetivo contribuir à divulgação dos resultados de investigação e demais produção intelectual com especial ênfase na Segurança operacional e a Logística aeronáutica, Gestão e Estratégia, Tecnologia e Inovação, que busca contribuir com o desenvolvimento tecnológico e científico, gerando novos conhecimentos e promovendo espaços de discussão e de reflexão.

MISSÃO

A revista Ciência e poder aéreo está concebida como um órgão de divulgação científica que inclui artigos: científico original, de reflexão, e revisão, inéditos, com alta qualidade acadêmica e rigor científico, relacionados com questões de Segurança Operacional e Logística Aeronáutica, Gestão e Estratégia, Tecnologia e Inovação; estes artigos são apresentados à comunidade científica, nacional e internacional, a fim de dar a conhecer novos desenvolvimentos e aplicações na indústria aeroespacial, assim como contribuições significativas no campo das ciências sociais e exatas.

VISÃO

A revista Ciência e Poder Aéreo se concebe como um dos principais meios de disseminação de conhecimento no setor aeroespacial no campo da engenharia, a gestão e as ciências sociais e humanas, com artigos originais e inéditos baseados em resultados de atividades acadêmicas, investigativas e profissionais que dão conta dos impactos no campo da ciência, a tecnologia e a inovação. Da mesma forma, quer ser altamente consultada e reconhecida no meio acadêmico, científico e empresarial nacional e internacionalmente no campo aeroespacial, sendo parte das bases de dados e índices mais relevantes do mundo, confirmando assim a qualidade da publicação e o interesse pela disseminação do conhecimento.

PÚBLICO

A revista Ciência e Poder Aéreo está dirigida à comunidade científica nacional e internacional, estudantes, professores, pesquisadores; membros das Forças Armadas e do sector aeroespacial.

POLÍTICA EDITORIAL

Dentro da política editorial da revista Ciência e Poder Aéreo, se inclui um apartado dirigido à ética face às responsabilidades do autor, o árbitro e o processo de avaliação, assim como o processo editorial.

ÉTICA DA REVISTA

Os artigos submetidos para publicação devem ser originais e inéditos e não devem estar simultaneamente em fase de avaliação ou ter compromissos de publicação com qualquer outro. Se o manuscrito for aceito, o Editor espera que sua aparição preceda qualquer outra publicação total ou parcial do artigo. Quando a revista tem interesse na publicação de um artigo que já foi publicado anteriormente, o autor deverá solicitar a autorização da editorial com que fez a primeira publicação e dirigi-la ao Editor.

RESERVA DE DIREITOS

É permitida a reprodução total ou parcial dos artigos para uso pessoal ou para fins acadêmicos e investigativos, desde que se faça a respectiva citação e referência ao artigo, ao autor e à revista Ciência e Poder Aéreo da Escola de Pós-Graduação da Força Aérea Colombiana.

SCIENCE AND AIR POWER

Scientific journal of the Colombian Air Force's Graduate School

ISSN: 1909-7050 - E-ISSN 2389-9468

ABOUT THE JOURNAL

The scientific journal Science and Air Power is an biannual publication of the Colombian Air Force's Graduate School. Its goal is to contribute with the dissemination of research results and other types of intellectual production with special emphasis on Operational Safety and Aviation Logistics, Management and Strategy, Technology and Innovation, with the aim to enrich the technological and scientific development, through new knowledge generation and promoting space for discussion and reflection.

MISSION

The scientific journal Science and Air Power is conceived as a scientific spreading media that includes original scientific articles, reflection articles and reviews articles, unpublished, with high academic quality and scientific rigor, related with topics on Operational Safety and Aviation Logistics, Management and Strategy, Technology and Innovation; these papers are introduced before the scientific community, national and international, with the goal to share and spread new progress and applications in the aerospace field, as well as significant contributions in the social and exact sciences.

VISION

The Science and Air Power journal is conceived as one of the main knowledge diffusion media for the aerospace sector in the field of engineering, management, as well as in the social and human sciences, with original and unpublished papers based in results of academic, research, and professional activities, that generate impact for science, technology and innovation. In the same way, it is expected to be highly consulted and recognized among the academic, scientific, and business community, on the national and international level of the aerospace field, being part of the most relevant data bases and indexes of the world, confirming the quality of the publication and the interest for knowledge spread-

ing.

AUDIENCE

Science and Air Power scientific journal is addressed to the national and international scientific community, students, professors, researchers; members of the Military Forces and of the aerospace field.

EDITORIAL POLICY

Within the editorial policy of the Science and Air Power Journal it is included a component addressed to the ethics with respect to the responsibilities of the author, referee, evaluation process, as well as the editorial process.

ETHICS JOURNAL

Papers published on the journal must be original and unpublished and should not be simultaneously working towards publication with other publisher, neither should have editorial commitments with other publication. If the abstract is accepted, the editor expects that its publication will precede any other total or partial publication of the paper. When the journal is interested in publishing a previously published paper, the author should request authorization from the correspondent publisher on which the first publication was made and address it to the Editor.

COPYRIGHT

Total or partial reproduction of papers is allowed for personal use or for academic or research purposes, as long as the correspondent citation and reference are done to the paper, author(s), and to the Science and Air Power scientific journal of the Colombian Air Force's Graduate School.

Contenido

VOLUMEN 14 NO.1

Enero - Junio 2019

Editorial

(Pág.11)

Editorial / Editorial

TC. Wilson Augusto Jaramillo García y Erika Juliana Estrada Villa

GESTIÓN Y ESTRATEGIA

MANAGEMENT AND STRATEGY / GESTÃO E ESTRATÉGIA

100 años de ascensión a las alturas

(Pág.20-41)

100 anos de ascensão às alturas

100 Years of Climbing to Heights

Abraham Ortiz Miranda

Modelo de convergencia e integración de servicios de telecomunicaciones de la Fuerza Aérea Colombiana para apoyar operaciones coordinadas: caso Policía Nacional

(Pág.42-65)

Modelo de convergência e integração de serviços de telecomunicações da Força Aérea da Colômbia para apoiar operações coordenadas: caso da Polícia Nacional

Model of Convergence and Integration of Telecommunications Services of the Colombian Air Force to Support Coordinated Operations: National Police Case

María Carolina Vásquez Ruiz

La superioridad aérea en el contexto geoestratégico del Estado colombiano

(Pág.66-88)

A superioridade aérea no contexto geoestratégico do Estado colombiano

Air Superiority in the Geostrategic Context of the Colombian State

Fabio Baquero Valdés

Ciencia, tecnología e innovación al servicio del desarrollo económico de Corea del Sur y Japón, en periodos de posguerra y sus consideraciones para Colombia

(Pág.90-113)

Ciência, tecnologia e inovação a serviço do desenvolvimento econômico da Coreia do Sul e do Japão no período pós-guerra e suas considerações para a Colômbia

Science, Technology, and Innovation at the Service of the Economic Development of South

Korea and Japan in Post-War Periods and their Considerations for Colombia

Abdón Estibenson Uribe Taborda, Leonardo de Jesús Mesa Palacio

SEGURIDAD OPERACIONAL Y LOGÍSTICA AERONÁUTICA

OPERATIONAL SAFETY AND AVIATION LOGISTICS / SEGURANÇA OPERACIONAL E LOGÍSTICA AERONÁUTICA

Transporte aéreo estratégico militar en las operaciones militares modernas

(Pág.114-147)

Transporte aéreo militar estratégico em operações militares modernas

Strategic Military Air Transport in Modern Military Operations

Juan José Delgado Morán, Jonnathan Jiménez Reina, Roger Jiménez Reina

Estimación de la polar de arrastre de aeronave agrícola colombiana mediante pruebas de vuelo

(Pág.148-165)

Estimativa da polar de arrasto de aeronave agrícola colombiana através de testes de Vôo

Estimation of the Drag Polar of Colombian Agricultural Aircraft through Flight Tests

Andrés Palomino

TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

Technology and Innovation / Tecnologia e Inovação

Diseño de la estructura de un cohete de tres etapas para transportar una carga útil de 200 kg a una órbita baja de la tierra

(Pág.166-179)

Desenho da estrutura de um foguete de três etapas para transportar uma carga útil de 200 kg a uma órbita baixa da Terra

Design of the Structure of a Three-stage Rocket to Transport a 200-kg Payload into a Low Earth Orbit

Daimer Ospina Contreras, Luis Carlos Roldán

Informe de vigilancia tecnológica en equipos de manipulación y transporte de misiles

(Pág.180-203)

Relatório de vigilância tecnológica sobre o manuseamento e o transporte de mísseis

Technology Surveillance Report on Missile Transport and Handling Equipment

Abdón Estivenson Uribe Taborda, Leonardo de Jesús Mesa Palacio, Diego Alexander Muñoz Morales

STEM Learning Based on Aircraft Design: an Interdisciplinary Strategy Developed to Science Clubs Colombia

(Pág.204-227)

Ciencia, tecnología e innovación al servicio del desarrollo económico de Corea del Sur y Japón, en periodos de posguerra y sus consideraciones para Colombia

Aprendizagem STEM baseada no projeto de aeronaves: uma estratégia interdisciplinar desenvolvida para os clubes de ciências da Colômbia

Pedro David Bravo-Mosquera, Nelson David Cisneros-Insuasti, Bryann Avendaño-Uribe, Fabiola Mosquera-Rivadeneira

Estudio para la implementación de un laboratorio de meteorología aeronáutica con equipos reincorporados como herramienta de enseñanza práctica

(Pág.228-249)

Estudo para implantação de um laboratório de meteorologia aeronáutica com equipamentos reincorporados como ferramenta prática de ensino

Study for the Implementation of an Aeronautical Meteorological Laboratory with Reincorporated Equipment as a Practical Teaching Tool

Ingrid Tatiana Sierra Giraldo, Edgar Leonardo Gómez Gómez, Jonathan Fernando Varón Castro

Instrucciones para Autores

(Pág.250-260)

Instruções para os Autores / Instructions for authors



EDITORIAL

Revista Ciencia y Poder Aéreo

VOLUME 14 NO. 1

La Revista Ciencia y Poder Aéreo conmemora en esta edición una fecha histórica para la aviación militar en el país, la celebración de los 100 años de la Fuerza Aérea Colombiana, un siglo 'Protegiendo la Nación', como bien dice el lema que identifica este gran acontecimiento.

Muchas cosas han cambiado desde ese 31 de diciembre de 1919, cuando el entonces presidente Marco Fidel Suárez, expidió la Ley 126 con la cual se creó la Fuerza Aérea Colombiana, denominada para la época "Arma de Aviación". La hemos visto defender nuestra soberanía como ocurrió en la Guerra con Perú, a través de la acción que se llevó a cabo en Güepí, el 26 de marzo de 1933, donde hizo presencia en la zona con 11 aviones de ataque.

La labor de la Fuerza Aérea Colombiana, en su misión multipropósito, cubija en la actualidad aspectos tan diversos como importantes, desde la atención social con las Jornadas de Apoyo al Desarrollo, que incluyen asistencia médica a poblaciones marginales, además la atención de los incendios forestales en diferentes zonas de nuestra compleja geografía nacional, con el sistema 'bambi bucket', pasando por las operaciones coordinadas para someter estructuras criminales llevándolas a su desaparición, hasta la profundización de las labores académicas con la Escuela de Postgrados de la Fuerza Aérea Colombiana, que tiene como objetivo llevar la labor de la Institución a nuevos niveles de competitividad.

Es ahí donde Ciencia y Poder Aéreo adquiere relevancia en esta histórica fecha, pues se constituye como la revista científica pionera en este campo e insignia del sector aeronáutico y aeroespacial colombiano para Latinoamérica y el mundo.

Este volumen trae una selección de diez artículos para la primera edición de 2019, donde destacamos el gran esfuerzo de la comunidad académica y científica por avanzar y generar un aporte significativo en diferentes áreas del conocimiento. Por eso, en las siguientes páginas encontrará desde la celebración del centenario de hazañas de nuestros héroes del aire, investigaciones sobre el transporte aéreo, recorriendo interesantes propuestas de innovación y tecnología.

Iniciamos con la sección de Gestión y Estrategia, con cuatro escritos. El primero, de carácter conmemorativo, no solamente destaca la gran gesta de estos cien años, sino que expone la evolución profesional y la formación militar con objetivos transnacionales, acompañado del desarrollo del conocimiento en la Fuerza Aérea Colombiana, todo desde la óptica investigativa del historiador Abraham Ortiz Miranda. Le sigue, un artículo que da luces en el camino hacia una optimización de las herramientas tecnológicas en las operaciones coordinadas de la FAC con la Policía Nacional, PONAL; en esta investigación, María Carolina Vásques Ruíz, abre el sendero para unas comunicaciones seguras y un modelo que en el futuro puede ser utilizado por otras entidades, incluso no militares. Avanza la sección con un manuscrito del Magister Fabio Baquero, quien resalta la importancia del poder aéreo en un concepto progresivo, contemporáneo y geoestratégico que contribuye a la soberanía, la seguridad territorial, proyectado al fortalecimiento estatal futuro. Y cierra la sección, un artículo de reflexión en el cual, los ingenieros Abdón Estibenson Uribe Taborda y Leonardo de Jesús Mesa Palacio analizan los aspectos más relevantes de cómo Corea del Sur y Japón pasaron de ser países destruidos por la guerra a convertirse en naciones exitosas tras haber manejado el factor tecnológico a su favor durante el posconflicto, y cómo esto se constituye en un aprendizaje favorable para Colombia en esta etapa de la historia nacional.

De esta manera, pasamos a la sección de Seguridad Operacional y Logística Aeronáutica con dos escritos. El primero, de los investigadores Juan José Delgado Morán, Jonnathan Jiménez Reina y Roger Jiménez Reina, aborda el tema del transporte aéreo, analizándolo como un elemento estratégico con dos propósitos: primero, mitigar las amenazas a la seguridad, y segundo, como un aporte en actividades operacionales y tácticas de las Fuerzas Armadas en Europa y Colombia. Luego encontramos un artículo de reflexión, que incursiona en una aplicación científica como aporte en el diseño y fabricación de aviones ligeros con fines agrícolas en Colombia, enseñando el proceso de obtención de la polar de arrastre de la aeronave; una investigación de Andrés Palomino, ingeniero mecánico y aeronáutico, para World Aircraft Company South America S.A.S.

Y cerramos la edición con cuatro artículos de la sección Tecnología e Innovación. Partimos de un escrito de los Magister en Ingeniería y Tecnología Espacial, Luis Carlos Roldán Torres y Daimer Ospina Contreras, quienes presentan el diseño conceptual de la estructura de un cohete de tres etapas capaz de transportar 200 kg a órbitas bajas de la Tierra. Continuamos con un artículo de reflexión que nos trae una estrategia de aprendizaje STEM basada en diseño de aeronaves, con el objetivo de fomentar el desarrollo de la ciencia aeronáutica en Colombia, la cual fue desarrollada por instructores especializados del programa Clubes de Ciencia Colombia, para

jóvenes, derivado de la investigación de Pedro David Bravo-Mosquera, Nelson David Cisneros-Insuasti, Bryan Avendaño-Uribe y Fabiola Mosquera-Rivadeneira, profesionales en diferentes áreas del conocimiento que integraron su experticia en esta importante aplicación del saber científico.

Llegamos a un nuevo aporte de los autores Abdón Estivenson Uribe Taborda y Leonardo de Jesús Mesa Palacio, en la presente publicación, quienes junto al investigador Diego Alexander Muñoz Morales plantean el desarrollo del sistema electromecánico para el proceso de instalación y transporte de los misiles del equipo AH60L Arpia IV BLAK HAWK. Y finalizamos con un estudio que evalúa la viabilidad de implementar un laboratorio meteorológico con equipos reutilizados, en las instalaciones del Centro de Estudios Aeronáuticos (CEA), con el fin de utilizarlo como herramienta que refuerza el proceso de aprendizaje de los estudiantes que cursan programas académicos que involucran temáticas meteorológicas y redunde en un beneficio para los Servicios a la Navegación Aérea. Un artículo de Ingrid Tatiana Sierra Giraldo, investigadora de la Aeronáutica Civil; Edgar Leonardo Gómez Gómez y Jonathan Fernando Varón Castro, del Centro de Estudios Aeronáuticos en Colombia.

Estamos convencidos de que los artículos que conforman la primera edición del décimo cuarto volumen de la Revista Ciencia y Poder Aéreo, se constituyen en una contribución para los lectores de la comunidad científica, que en esta oportunidad encontrarán aportes para la educación, aplicaciones en el sector militar, industrial y comercial, análisis de interés geoestratégico hasta llegar a la incursión en proyectos aeroespaciales.

Lo anterior, nos permite ofrecer estas páginas y ponerlas al servicio del desarrollo científico, tecnológico y de innovación de nuestro país, sumado a brindar herramientas útiles a nivel global, para que investigadores y demás comunidad conozcan los avances en el saber. Por esta razón, la publicación Ciencia y Poder Aéreo se complace en presentar su contenido trabajando cada vez más por alcanzar mayores estándares de calidad científica, editorial, visibilidad e impacto. Sin olvidar la integridad científica que vela por los derechos del prestigioso equipo editorial, científico, profesional y técnico que le acompaña.

TC. Wilson Augusto Jaramillo García, Director
Erika Juliana Estrada Villa, Editora

Revista Ciência e Poder Aéreo

VOLUME 14 NO. 1

A Revista Ciência e Poder Aéreo comemora nesta edição uma data histórica para a aviação militar no país, a celebração dos 100 anos da Força Aérea Colombiana, um século 'Protegendo a Nação', como bem cita o lema que identifica este grande acontecimento.

Muitas coisas mudaram desde aquele 31 de dezembro de 1919, quando o então presidente Marco Fidel Suárez, expediu a Lei 126 com a qual se criou a Força Aérea Colombiana, denominada para a época "Arma de Aviação". Já a vimos defender nossa soberania como ocorreu na Guerra com o Peru, através da ação que foi realizada em Güepí, em 26 de março de 1933, onde fez presença na zona com 11 aviões de ataque.

O trabalho da Força Aérea Colombiana, em sua missão multipropósito, cobre na atualidade aspectos tão diversos como importantes, desde a atenção social com as Jornadas de Apoio ao Desenvolvimento, que incluem assistência médica a populações marginalizadas, incluindo, além disso, a atenção a incêndios florestais em diferentes zonas de nossa complexa geografia nacional, com o sistema 'bambi bucket', passando pelas operações coordenadas para submeter estruturas criminais levando-as a seu desaparecimento, até o aprofundamento dos trabalhos acadêmicos com a Escola de Pós-Graduação da Força Aérea Colombiana, que tem como objetivo levar o trabalho da instituição a novos níveis de competitividade.

É aí onde *Ciência e Poder Aéreo* adquire relevância nesta histórica data, pois se constitui como a revista científica pioneira neste campo e insígnia do setor aeronáutico e aeroespacial colombiano para América Latina e o mundo.

Este volume traz uma seleção de dez artigos para a primeira edição de 2019, onde destacamos o grande esforço da comunidade acadêmica e científica por avançar e gerar um aporte significativo em diferentes áreas do conhecimento. Por isso, nas seguintes páginas você encontrará desde a celebração do centenário de feitos de nossos heróis do ar, pesquisas sobre o transporte aéreo, recorrendo interessantes propostas de inovação e tecnologia.

Iniciamos com a seção de Gestão e Estratégia, com quatro escritos. O primeiro, de caráter comemorativo, não somente destaca a grande gesta destes cem anos, mas expõe a evolução profissional e a formação militar com objetivos transnacionais, acompanhado do desenvolvimento do conhecimento na Força Aérea Colombiana, tudo a partir da ótica investigativa do historiador Abraham Ortiz Miranda. Em seguida, um artigo que traz luz no caminho até uma otimização das ferramentas tecnológicas nas operações coordenadas da FAC com a Polícia Nacional, PONAL; nesta pesquisa, Maria Carolina Vásques Ruiz, abre caminho para umas comunicações seguras e em um modelo que no futuro pode ser utilizado por outras entidades, incluindo não militares. A seção avança com um manuscrito do Mestre Fabio Baquero, que ressalta a importância do poder aéreo em um conceito progressivo, contemporâneo e geoestratégico que contribui à soberania, a segurança territorial, projetado ao fortalecimento estatal futuro. E, encerrando a seção, um artigo de reflexão no qual, os engenheiros Abdón Estibenson Uribe Taborda e Leonardo de Jesús Mesa Palacio analisam os aspectos mais relevantes de como Coreia do Sul e Japão passaram de países destruídos pela guerra a nações bem sucedidas após lidar com o fator tecnológico a seu favor durante o pós-conflito. E como isto se constitui em uma aprendizagem favorável para Colômbia nesta etapa da história nacional.

Desta maneira, passamos à seção de Segurança Operacional e Logística Aeronáutica com dois escritos. O primeiro, dos investigadores Juan José Delgado Morán, Jonnathan Jiménez Reina e Roger Jiménez Reina, aborda o tema do transporte aéreo, analisando-o como um elemento estratégico com dois propósitos: primeiro, mitigar as ameaças à segurança, e segundo, como um aporte em atividades operacionais e táticas das Forças Armadas na Europa e Colômbia. Passamos em seguida a um artigo de reflexão, que penetra em uma aplicação científica como aporte no projeto e fabricação de aviões leves com fins agrícolas em Colômbia, ensinando o processo de obtenção da polar de resistência da aeronave; uma pesquisa de Andrés Palomino, engenheiro mecânico e aeronáutico, para World Aircraft Company South America S.A.S.

E fechamos a edição com quatro artigos da seção Tecnologia e Inovação. Partimos de um escrito dos Mestres em Engenharia e Tecnologia Espacial, Luis Carlos Roldán Torres e Daimer Ospina Contreras, que apresentam o design conceitual da estrutura de um foguete de três etapas capaz de transportar 200 kg a órbitas baixas da Terra. Continuamos com um artigo de reflexão que nos traz uma estratégia de aprendizagem STEM baseada em design de aeronaves, com o objetivo de fomentar o desenvolvimento da

ciência aeronáutica na Colômbia, a qual foi desenvolvida por instrutores especializados do programa Clubes de Ciência Colômbia, para jovens, derivado da pesquisa de Pedro David Bravo-Mosquera, Nelson David Cisneros-Insuasti, Bryan Avendaño-Uribe e Fabiola Mosquera-Rivadeneira, profissionais em diferentes áreas do conhecimento que integraram sua perícia nesta importante aplicação do saber científico.

Chegamos a um novo aporte dos autores Abdón Estivenson Uribe Taborda e Leonardo de Jesús Mesa Palacio, na presente publicação, quienes junto al pesquisador Diego Alexander Muñoz Morales elevam o desenvolvimento do sistema eletromecânico para o processo de instalação e transporte dos mísseis da equipe AH60L Arpia IV BLAK HAWK. E finalizamos com um estudo que avalia a viabilidade

de implementar um laboratório meteorológico com equipamentos reutilizados, nas instalações do Centro de Estudos Aeronáuticos (CEA), com o fim de utilizá-lo como ferramenta que reforça o processo de aprendizagem dos estudantes que cursam programas acadêmicos que envolvam temáticas meteorológicas e resulte em um benefício para os Serviços à Navegação Aérea. Um artigo de Ingrid Tatiana Sierra Giraldo, pesquisadora da Aeronáutica Civil; Edgar Leonardo Gómez Gómez e Jonathan Fernando Varón Castro, do Centro de Estudos Aeronáuticos da Colômbia.

Estamos convencidos de que os artigos que conformam a primeira edição do décimo quarto volume da Revista Ciência e Poder Aéreo, se constituem em uma contribuição para os leitores da comunidade científica, que nesta oportu-

nidade encontrarão aportes para a educação, aplicações no setor militar, industrial e comercial, análise de interesse geoestratégico até chegar à incursão em projetos aeroespaciais.

O acima exposto, nos permite oferecer estas páginas e pô-las ao serviço do desenvolvimento científico, tecnológico e de inovação de nosso país, somado a fornecer ferramentas úteis a nível global, para que pesquisadores e demais comunidade conheçam os avanços no saber. Por esta razão, a publicação Ciência e Poder Aéreo tem o prazer de apresentar seu conteúdo trabalhando cada vez mais por alcançar maiores padrões de qualidade científica, editorial, visibilidade e impacto. Sem esquecer a integridade científica que vela pelos direitos da prestigiosa equipe editorial, científica, profissional e técnica que o acompanha.

TC. Wilson Augusto Jaramillo Garcia, Diretor
Erika Juliana Estrada Villa, Editora

EDITORIAL

Ciencia y Poder Aéreo Journal

VOLUME 14 NO. 1

The *Ciencia y Poder Aéreo Journal* commemorates in this edition a historical date for military aviation in the country, the celebration of 100 years of the Colombian Air Force, a century 'Protecting the Nation', as the motto reads, which identifies this significant event.

Many things have changed since that December 31st, 1919, when the then-president Marco Fidel Suárez, issued the Law 126 with which the Colombian Air Force was created, called by the time "Arma de Aviación" (Aviation Force). We have seen it defending our sovereignty as it occurred in the War with Peru, through the action that took place in Güepí, on March 26th, 1933, where it was present in the area with 11 attack aircraft.

The work of the Colombian Air Force, in its multipurpose mission, currently covers aspects as diverse as necessary, from social assistance with the Development Support Sessions, which include medical care to marginal populations, including also attention to forest fires in different areas of our complex national geography, with the "bambi bucket" system, coordinated operations to subdue criminal structures causing their disappearance, to the deepening of academic work with the Postgraduate School of the Colombian Air Force, which aims to lead the work of the institution to new levels of competitiveness.

This is where *Ciencia y Poder Aéreo* acquires relevance in this

historical date since it is established as the pioneering scientific journal in this field and symbol of the Colombian aeronautical and aerospace sector for Latin America and the world.

This volume includes a selection of ten articles for the first edition of 2019, where we highlight the great effort of the academic and scientific community to advance and generate a significant contribution in different areas of knowledge. For this reason, in the following pages, you will find from the centennial celebration of achievements of our Air Force heroes, researches on air transport, to interesting proposals of innovation and technology.

We begin with the section of Management and Strategy, which includes four writings. The first one, of commemorative nature, not only highlights the great feat of these one hundred years but also describes the professional evolution and military training with transnational objectives, in conjunction with the development of knowledge in the Colombian Air Force, all of this from the research perspective of historian Abraham Ortiz Miranda. The second one is an article that highlights the progress towards an optimization of the technological tools in the coordinated operations of the Colombian Air Forces (FAC) with the National Police (PONAL); in this research, María Carolina Vásquez Ruiz provides the route for secure communications and a model that in the future can be used by other entities, including non-military ones. The section continues with a manuscript by Magister Fabio Baquero, who emphasizes the importance of air power in a progressive, contemporary and geostrategic concept that contributes to sovereignty, territorial security, projected to future state strengthening. The section closes with an article of reflection in which engineers Abdón Estibenson Uribe Taborda and Leonardo de Jesús Mesa Palacio analyze the most relevant aspects of how South Korea and Japan changed from being war-torn countries to successful nations after managing the technological factor in their favor during the post-conflict period. And how this constitutes favorable learning for Colombia at this stage of national history.

In this way, we proceed to the section of Operational Safety and Aeronautical Logistics, which includes two writings. The first one, by researchers Juan José Delgado Morán, Jonnathan Jiménez Reina and Roger Jiménez Reina, discusses the subject of air transport, analyzing it as a strategic element with two purposes: first, to mitigate threats to security, and second, as a contribution to operational and tactical activities of the Armed Forces in Europe and Colombia. The following is an article of reflection, that ventures into a scientific application as a contribution in the design and manufacture of lightweight aircraft for agricultural purposes in Colombia, teaching the process of obtaining the drag polar of the aircraft; a research by Andrés Palomino, mechanical and aeronautical engineer, for World Aircraft Company South America S.A.S

And we close the edition with four articles from the Technology and Innovation section. We start from a writing by the Magisters in Space Technology and Engineering, Luis Carlos Roldán Torres and Daimer Ospina Contreras, who introduce the conceptual design of the structure of a three-stage rocket capable of transporting 200 kg to low Earth orbits. We continue with an article of reflection that brings us a STEM learning strategy based on aircraft design, with the purpose of promoting the development of aeronautical science in Colombia, developed by specialized instructors of the Science Clubs Colombia program (Clubes

de Ciencia Colombia) for young people, based on the research of Pedro David Bravo-Mosquera, Nelson David Cisneros-Insuasti, Bryan Avendaño-Urbe and Fabiola Mosquera-Rivadeneira, professionals in different areas of knowledge that integrated their expertise in this vital application of scientific knowledge.

The following is a new contribution by authors Abdón Estibenson Uribe Taborda and Leonardo de Jesús Mesa Palacio, who together with researcher Diego Alexander Muñoz Morales propose the development of the electromechanical system for the process of installation and transport of the missiles of the AH60L Harpy IV BLACK HAWK equipment. And we end with a study that evaluates the feasibility of implementing a meteorological laboratory with reused equipment, in the facilities of the Center for Aeronautical Studies (CEA, by its Spanish acronym), in order to use it as a tool that reinforces the learning process of students who take academic programs that involve meteorological issues and result in a benefit for the Air Navigation Services. An article by Ingrid Tatiana Sierra Giraldo, Civil Aeronautics researcher; Edgar Leo-

nardo Gómez Gómez and Jonathan Fernando Varón Castro, from the Centro de Estudios Aeronáuticos en Colombia.

We are convinced that the articles that make up the first edition of the fourteenth volume of the *Ciencia y Poder Aéreo* Journal, are a contribution to readers of the scientific community, which in this opportunity will find contributions to education, applications in the military, industrial, and commercial sector, geostrategic analysis and the venture into aerospace projects.

The foregoing allows us to offer these pages and put them at the service of scientific, technological and innovation development of our country, in addition, to provide useful tools at a global level, so that researchers and the other community know the advances in knowledge. For this reason, the publication *Ciencia y Poder Aéreo* is pleased to introduce its content working increasingly to achieve higher standards of scientific and editorial quality, visibility, and impact. Without leaving aside the scientific integrity that protects the rights of the prestigious editorial, scientific, professional, and technical team that is part of it.

TC. Wilson Augusto Jaramillo García, Director
Erika Juliana Estrada Villa, Editor

Management and strategy

Abraham Ortiz Miranda
Universidad de Los Andes



CIENCIA Y PODER AÉREO

ISSN 1909-7050 / E- ISSN 2389-2468 / Volumen 14 (1)
Enero-Junio de 2019/ Colombia/ Pp. 20-41

Citación: Ortiz, A. (2019). 100 años de ascensión a las alturas. *Ciencia y Poder Aéreo*, 14 (1), 20-41. Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.620>

Abraham Ortiz Miranda

Oficial Fuerza Aérea Colombiana, Historiador - Universidad Nacional de Colombia, estudiante de Maestría en Ciencia Política - Universidad de los Andes.
aortizmiranda@gmail.com
CvLAC: https://scienti.colciencias.gov.co/cvllac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000095381
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7169-1529>
Google Scholar: <https://scholar.google.com/citations?user=oyXzCmwAAAAJ&hl=es>
Índice H: 1 en Google Scholar

Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.620>

* Article of Reflection taken from research. Attached to the Research Group "Análisis de Contexto - Context Analysis" endorsed by the Universidad de los Andes and the Colombian Air Force "Ciencia y Poder Aéreo", (CIPAER, by its Spanish acronym). Colombian Air Force Centennial Research. Funded by the Postgraduate School of the Colombian Air Force.

ABSTRACT

The entire country has witnessed 100 years of history when looking at the sky. One hundred years of evolution and development in which the Colombian Air Force has been the inventor of great achievements, feats that only fulfill the sole purpose of safeguarding Colombian airspace. However, this centennial must be seen through a focus that allows glimpsing the completeness and complexity of the Force from those significant milestones that actually open the door to the universe of knowledge of it. Therefore, factors such as technological development, the generation of new knowledge, the versatility and flexibility involved in the application of air power, and the professional development and

constant training of military and non-uniformed personnel are some of the predominant factors for the Military Institution outlined herein to fulfill its constitutional duty.

For such purpose, this article has three sections which aim to briefly analyze both from the genesis of the Institution to its present times. Two of them are the sets of structures of temporary development that have defined one hundred years of the Force, being such dynamics those that characterize the three headings of this reflection: Initially, the aforementioned military entity was involved in processes of professional development and constant training of its military and non-uniformed

personnel to face multiple transnational threats. As a second stage, such air military power began to develop new knowledge that has allowed it to expand its institutional capabilities in terms of versatility and flexibility. This has had a significant impact at the international level insofar as these conglomerates, which are still in force today, have helped this military entity transcend the various national borders; this work has had the objective of transforming and strengthening its different forms of intersubjective relationship, which has allowed this State organism to support both different nations of the world on a humanitarian basis as well as scientific research at the same time.

KEY WORDS:

Technological Development, Colombian Air Force, Temporary Structures, Generation of Knowledge, Air Power, Professional Development.

Gestão y Estrategia

Abraham Ortiz Miranda
Universidad de Los Andes



100 años de ascensión às alturas*



CIENCIA Y PODER AÉREO

ISSN 1909-7050 / E- ISSN 2389-2468 / Volumen 14 (1)
Enero-Junio de 2019/ Colombia/ Pp. 20-41

Citación: Ortiz, A. (2019). 100 años de ascensión a las alturas. *Ciencia y Poder Aéreo*, 14 (1), 20-41. Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.620>

Abraham Ortiz Miranda

Oficial Fuerza Aérea Colombiana, Historiador - Universidad Nacional de Colombia, estudiante de Maestría en Ciencia Política - Universidad de los Andes.
aortizmiranda@gmail.com

CvLAC: https://scienti.colciencias.gov.co/cvllac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000095381

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7169-1529>

Google Scholar: <https://scholar.google.com/citations?user=oyXzCmwAAAAJ&hl=es>

Índice H: 1 en Google Scholar

Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.620>

* Artículo de reflexión derivado de la investigación. Ligado al Grupo de Pesquisa "Análise de contexto" avalizado pela Universidade dos Andes e a Força Aérea Colombiana "Ciência e poder do ar" (CIPAER). Centenário, Pesquisa da Força Aérea Colombiana. Financiada pela escola de graduação da Força Aérea Colombiana.

RESUMO:

São 100 anos de história evidenciados para um país inteiro ao olhar para o céu. Cem anos de evolução e desenvolvimento nos quais a Força Aérea Colombiana tem sido a inventora de grandes proezas a fim de cumprir com o único propósito de proteger o espaço aéreo colombiano. No entanto, esse centenário deve ser visto através de um foco que nos permite vislumbrar a complexidade e a complexidade da Força, a partir desses grandes marcos que realmente abrem a porta para o universo de seu conhecimento. Assim, fatores como desenvolvimento tecnológico, geração de novos conhecimentos, versatilidade e flexibilidade na aplicação do poder aéreo, profissionalização e treinamento constante de mili-

tares e não-uniformizados, são alguns dos fatores predominantes que a Instituição Militar aqui descrita necessita para cumprir seu dever constitucional.

Para esse fim, o presente artigo abrange três seções nas quais se pretendem analisar, apenas a partir da gênese da Instituição até seus tempos atuais. Existem dois conjuntos de estruturas de desenvolvimento temporário que marcaram os cem anos da Força Armada sendo tais dinâmicas as que caracterizam as três posições da presente reflexão: no início, a entidade militar acima descrita foi preconizada para processos de profissionalização e treinamento constante de seus militares e não-pessoal uniformizado,

para enfrentar às várias ameaças transnacionais. Numa segunda fase, o poder aéreo começou a desenvolver novos conhecimentos que lhe permitiram expandir suas capacidades institucionais em termos de versatilidade e flexibilidade. O acima exposto, tem tido grande impacto a nível internacional, na medida em que tais conglomerados, ainda hoje em vigor, têm sido essenciais para esta entidade castrense possa transcender as sortidas fronteiras nacionais. Este trabalho teve como objetivo transformar e fortalecer suas diferentes formas de relacionamento intersubjetivo, o que permitiu ao órgão do Estado, dar muito apoio a diferentes nações, tanto de maneira humanitária quanto de pesquisa científica.

PALAVRAS-CHAVE:

desenvolvimento tecnológico, Força Aérea Colombiana, estruturas temporárias, geração de conhecimento, Força Aérea, profissionalização.

Sección Gestión y Estrategia

Abraham Ortiz Miranda
Universidad de Los Andes



años de ascensión a las alturas*



CIENCIA Y PODER AÉREO

ISSN 1909-7050 / E- ISSN 2389-2468 / Volumen 14 (1)
Enero-Junio de 2019/ Colombia/ Pp. 20-41

Citación: Ortiz, A. (2019). 100 años de ascensión a las alturas. *Ciencia y Poder Aéreo*, 14 (1), 20-41. Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.620>

Abraham Ortiz Miranda

Oficial Fuerza Aérea Colombiana, Historiador - Universidad Nacional de Colombia,
estudiante de Maestría en Ciencia Política - Universidad de los Andes.

aortizmiranda@gmail.com

CvLAC: https://scienti.colciencias.gov.co/cvllac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000095381

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7169-1529>

Google Scholar: <https://scholar.google.com/citations?user=oyXzCmwAAAAJ&hl=es>

Índice H: 1 en Google Scholar

Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.620>

* Artículo de reflexión derivado de investigación. Adscrito al Grupo de Investigación "Análisis de Contexto" avalado por la Universidad de los Andes y la Fuerza Aérea Colombiana "Ciencia y Poder Aéreo" (CIPAER). Investigación Centenario Fuerza Aérea Colombiana. Financiado por la Escuela de Postgrados de la Fuerza Aérea Colombiana.

RESUMEN

Son 100 años de historia los que ha evidenciado el país entero al mirar al cielo. Cien años de evolución y desarrollo en los que la Fuerza Aérea Colombiana ha sido inventor de grandes gestas, hazañas éstas que sólo cumplen el único fin de salvaguardar el espacio aéreo colombiano. Sin embargo, tal centenario debe ser visto a través de un foco que permita vislumbrar la completitud y complejidad de la Fuerza a partir de aquellos grandes hitos que realmente abran la puerta al universo del conocimiento de la misma. Es así que factores tales como el desarrollo tecnológico, la generación de nuevo conocimiento, la versatilidad y flexibilidad presentes en la aplicación del poder aéreo, y la profesionalización y constante formación del personal militar y

no uniformado, son algunos de los factores preponderantes para que la Institución Castrense aquí reseñada pueda cumplir con su deber constitucional.

Para tal fin, el presente artículo cuenta con tres secciones en las que se pretenden analizar, someramente, tanto desde la génesis de la Institución como hasta sus tiempos actuales. Dos son los conjuntos de estructuras de desarrollo temporal que han marcado los cien años de la Fuerza, siendo tales dinámicas las que caracterizan los tres acápites de esta reflexión: en un principio, la mencionada entidad castrense se vio advocada a procesos de profesionalización y constante formación de su personal militar y no uniformado para enfrentar múltiples

amenazas trasnacionales. Como segundo estadio, tal poder militar aéreo empezó a desarrollar conocimiento novedoso que le ha permitido ampliar sus capacidades institucionales en cuanto a versatilidad y flexibilidad se refiere. Lo anterior, ha tenido gran impacto a nivel internacional en la medida que dichos conglomerados, aún hoy vigentes, han coadyuvado para que esta entidad castrense trascienda las variadas fronteras nacionales; esta aludida labor ha tenido como objetivo el transformar y afianzar sus diferentes formas de relación intersubjetiva, lo cual ha permitido que este organismo del Estado pueda apoyar tanto a distintas naciones del mundo de manera humanitaria como a la investigación científica a la par.

PALABRAS CLAVE:

desarrollo tecnológico, Fuerza Aérea Colombiana, estructuras temporales, generación de conocimiento, poder aéreo, profesionalización.



Los textos publicados en esta revista están sujetos –si no se indica lo contrario– a una licencia de Reconocimiento 4.0 Internacional de Creative Commons. La licencia completa se puede consultar en https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es_ES.

Aprobado evaluador interno: 15/08/2019

Aprobado evaluadores externos: 30/08/2019

INTRODUCCIÓN

No es azar que la Fuerza Aérea Colombiana (FAC) conmemore su primer centenario. Institución de héroes que quienes diestros como el ave insignia de la misma, el águila arpía, han entregado todo de sí para salvaguardar el espacio aéreo colombiano, con el único fin de preservar la integridad de nuestro basto y rico territorio nacional.

La conjugación constante que sucede entre las inquietudes de los diferentes mandos de la Fuerza y el ahínco del multipolar personal de la misma, son las variables que han edificado y custodiado la aviación militar colombiana durante sus cien años de historia. El desarrollo tecnológico, la generación de nuevo conocimiento, la versatilidad

y la flexibilidad presentes en la aplicación del poder aéreo, así como la profesionalización y la constante formación del personal militar y no uniformado, han sido algunos de los factores preponderantes para que la Fuerza Aérea Colombiana esté en continuo cumplimiento de su deber constitucional. Cometido puesto en marcha desde el primer día que decolaron sus aeronaves a los cielos patrios.

En el trasegar de la consecución de sus objetivos, la Fuerza Aérea Colombiana ha materializado acciones relevantes para el mantenimiento de la nación, espacios que han permitido la visualización de las variables y

los factores anteriormente descritos. Sin embargo, para el presente estudio, la preponderancia y elección de algunos momentos históricos del accionar de la FAC responde a que en ellos se destaca la generación de nuevas estructuras: de nuevos *modus vivendi* que gestan excelentes resultados tanto para la Institución, en un primer estadio, como para el Estado colombiano en un segundo momento (Goberna, 2003, pp. 218-222). De allí que se le sugirió a la mirilla centrarse en aquellos acontecimientos que traspasan las conciencias de los contemporáneos para ser más que una explosión, una llamada que obnubila a los mismos; a enfocarse en aquellos hitos



[Diseño de Abraham Ortiz Miranda y Aldemar Zambrano Torres](Bogotá D.C., 2017). Archivo de diseños digitales Escuela de Postgrados FAC. Escuela de Postgrados FAC, Bogotá D.C., Cundinamarca.

que han dado paso a la conformación de estructuras temporales y que han permitido que la institución trascienda al simple hecho de ser nada más que una organización.

A su vez, tales estructuras se ven enmarcadas en complejas dinámicas temporales que permiten explicar las razones de su génesis. Sucesos como el conflicto con el Perú y la Segunda Guerra Mundial dieron a conocer a la nación colombiana la necesidad de contar con un poder aéreo tecnológicamente desarrollado en razón de sobre guardar la soberanía nacional. Lo anterior, trajo consigo el abandono de toda práctica empírica por parte del personal del vuelo lo cual permitió su cabal especialización.

Partiendo de dicho contexto, en un segundo de estadio, este artículo se concentra en determinar los hechos que causaron el ahondamiento y afianzamiento de las prácticas descritas, las cuales dieron lugar a un nuevo conocimiento sobre las capacidades que han tenido las distintas flotas de aeronaves con las que han contado la Fuerza Aérea Colombiana, para así interconectar los variados centros de población con las múltiples zonas periféricas y de difícil acceso del país. No fue solamente por medio del desarrollo de ataques estratégicos de precisión¹ con los que la Fuerza coadyuvó para que las regiones del país se interconectaran y recuperaran su pací-

¹Bombardos de precisión sobre objetivos militares específicamente delimitados y estudios bajo el marco del DIH y el Derecho Operacional.

fico bienestar, sino que a su vez, la misma ha alcanzado capacidades de transporte aéreo que facilitan la movilidad de la gente, agilizando diversos procesos de intercambio.

En un tercer momento se pretende analizar los alcances que ha tenido la institución castrense, aquí estudiada, a nivel internacional en razón de que la misma ha participado como miembro activo en distintos y trascendentales ejercicios militares. Ejercicios que le han permitido llegar a lugares recónditos de la geografía nacional, a la par que ha podido apoyar diversas labores humanitarias en distintos países del mundo. Finalmente, la conclusión dará cuenta sobre las diversas estructuras temporales que han pervivido durante los cien años de historia de la Fuerza Aérea Colombiana y sus influjos sobre la nación.



OBJETIVO

Se ha de comprender entonces que el presente artículo trasciende el simple hecho de ser un recuento histórico cronológico de los distintos estadios que ha transitado la Fuerza Aérea Colombiana hasta el día de hoy. Por lo tanto, se planteó como objetivo: profundizar en los hitos históricos de la FAC, con el fin de determinar aquéllos puntos temporales que, si bien pudieron gestarse de manera disruptiva o como secuencia de un proceso lógico de desarrollo, generaron continuidades históricas las cuales han permeado las prácticas de la Institución durante estos cien años.

MARCO CONCEPTUAL

Relegándose a un segundo plano tanto personajes como actores que han alcanzado reconocimiento al interior del ente castrense aéreo (entre ellos, aeronaves o determinadas infraestructuras aéreas), la preminencia de esta investigación partirá de la comprensión de las continuidades temporales o históricas como aquéllas actividades humanas que presentaron un novedoso talante y que las hicieron suficientes para ser adoptadas como prácticas rutinarias en las comunidades donde se gestaron y desarrollaron. Si bien se conmemoran ciertos sucesos clave al interior de la Institución, lo crucial aquí no son ellos como tales, sino

las prácticas que dichos acontecimientos acarrearán, los cuales han trascendido en todo el trasegar de la Fuerza Aérea Colombiana, debido a que son ellas las que nos presentan las bases dialécticas para la comprensión de la conformación de las estructuras temporales antes enunciadas^{2, 3}.

² Para el presente estudio, son conceptos sinónimos tanto continuidad histórica y continuidad temporal, como estructura temporal.

³ Para el lector interesado en una reseña histórica de la Fuerza Aérea Colombiana, que puntualice en hechos, sujetos y eventos conmemorativos, puede revisar la bibliografía aquí utilizada, en especial el libro del señor Mayor (R) Oscar Forero: 75 Años en los Cielos Patrios.

MARCO TEÓRICO

Si bien realizar una narrativa absoluta de la historia que ha forjado la Fuerza Aérea Colombiana durante un siglo de existencia es una tarea apoteósica y casi imposible, el adelantar un acercamiento aproximado sobre la misma significa generar un conocimiento eficaz y comprensible de sus estructuras temporales, de los derroteros que ha experimentado, y de sus valores pretéritos y tradicionales a razón de que una entidad castrense como la aquí estudiada, como lo menciona Goberna (2003), "es siempre un pasado, de este modo, un cierto pasado vivo" (p. 218). Sin negar, además, que son las continuidades temporales construidas

y establecidas a través de un siglo de existencia las que han dado paso a una estructura, a un indudable "ensamblaje, una arquitectura; pero, más aún, una realidad que el tiempo tarda enormemente en desgastar y en transformar" (Braudel, 2006, p. 8), al interior de la Fuerza Aérea Colombiana.

Es en dicho ensamblaje donde reside la importancia de los acontecimientos que traspasan las conciencias de los contemporáneos para ser más que una explosión o una llamarada que los obnubila, tal y como se mencionó anteriormente. Al ser testigo de movimientos muy profundos, se

llega a la conclusión de que los mismos deben estar cargados de una serie de significaciones y relaciones que sean capaces de presentar consecuencias de tal magnitud que se aproximen al reloj de tiempo de Fernand Braudel: "primero, del acontecimiento a la estructura, y, después, de las estructuras y de los modelos al acontecimiento" (2006, p. 4, 32).

En otras palabras, son de suma importancia sólo los hitos aeroespaciales de la entidad que representan un tipo de acontecimiento que entra en dialéctica con aquella arquitectura que le rodea, para romper con "los viejos ciclos y

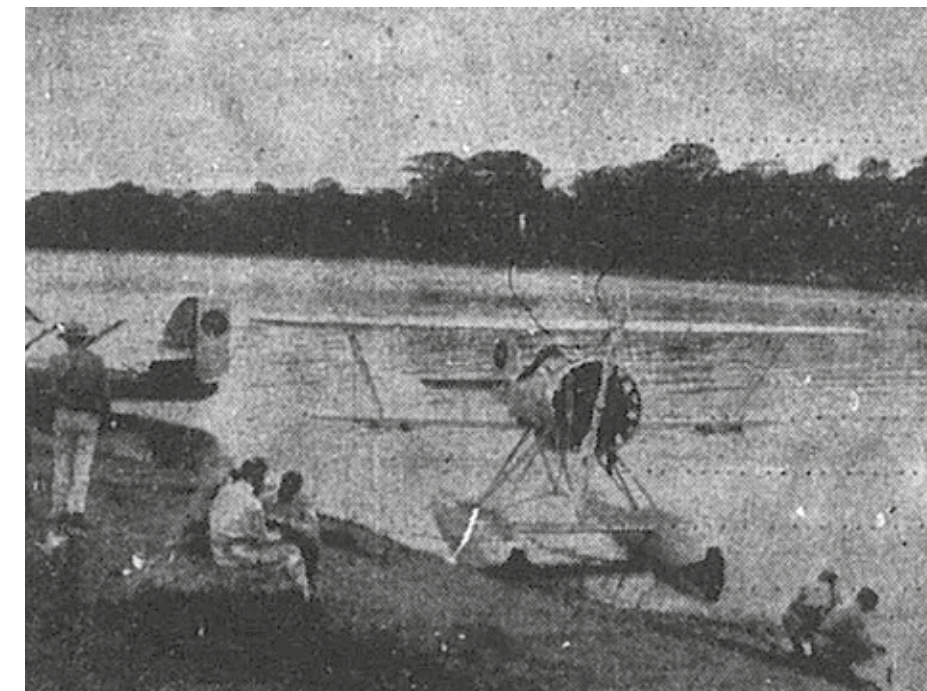
DIFÍCIL DECOLAR

con las tradicionales costumbres” (Goberna, 2003, p. 218) del mundo castrense. Son únicamente aquellas intervenciones que realmente señalan un cambio, una nueva fase o un nuevo modo de estar que destacan por sí mismas, por motivo de gestar nuevas estructuras que se vuelven casi imperecederas al trasegar del tiempo relacionando el pasado con el presente en “un continuo ir y venir” (Goberna, 2003, p. 219). Por consiguiente, se debe tener en la mirilla únicamente aquellos hitos trascendentales que realizó la Fuerza Aérea Colombiana y con los cuales logró la construcción de realidades que han tenido una prolongación temporal extensa a pesar de que las mismas muten imperceptible y lentamente; de esta forma sobresalgan en la institución, “las grandes permanencias o semipermanencias, tanto conscientes como inconscientes” (Goberna, 2003, pp. 221-222).

A partir de lo anterior, se estableció como ruta de trabajo una investigación de carácter cualitativo de orden histórico que, a partir de la reconstrucción de diversos hechos del pasado de la Fuerza Aérea Colombiana, pretende encontrar estructuras que permitieran explicar la necesidad del establecimiento y la consolidación de una institución castrense como lo es la Fuerza Aérea Colombiana, resaltando en todo momento sus cambios y continuidades temporales.

Los roles que le fueron concedidos a la Fuerza Aérea Colombiana florecieron por motivo de la necesidad imperiosa que presentó el Estado Colombiano a principio del Siglo XX de proyectarse como un ente organizado, fuerte, estable y progresista. Influenciadas las administraciones de la época por los positivos resultados presentados por la aviación militar durante el desarrollo de la Primera Guerra Mundial y por el menester de la reconstitución nacional después de la finalización de la Guerra de los Mil Días, el presidente José Vicente Concha decretó y nombró, el 7 de septiembre de 1916, a la primera comisión de militares que tendrían como objetivo cursar en el exterior la para entonces novedosa fase de vuelo. No obstante, tal sueño de volar se volcó en realidad el 31 de diciembre de 1919 cuando el presidente de la época, Marco Fidel Suárez, creó mediante la Ley 126, de ese mismo año, la Escuela Militar de Aviación, alma mater de los pilotos militares de Colombia (Forero, 1994, p. 33).

Si bien a la Fuerza Aérea Colombiana se le presentaron obstáculos en sus inicios para establecerse como cuerpo castrense de la nación, fue el despliegue de las primeras operaciones aéreas las que le demostraron al país lo trascendental del actuar de la aviación militar en el contexto del sostenimiento de la soberanía. Hechos como el asedio aéreo realizado sobre el bastión de Güepí en el marco del conflicto colombo-peruano, fueron los que evidenciaron cómo tan sólo una simple victoria



Falcon F-8F sobre el Río Putumayo. [Fotografía de El Tiempo]. (Bogotá, 1933). El Tiempo: diario de la mañana. Biblioteca Nacional, Bogotá D.C., Cundinamarca.

decisiva desde el aire puede generar y mantener en paz los territorios de nuestra rica geografía (Villalobos, 1993, pp. 70-72).

En el escenario de operaciones del trapecio amazónico, el triunfo colombiano germinó a razón del proceso de estandarización al que se vio sometida tanto la instrucción como la formación de los aviadores y mecánicos colombianos. Debido a las pugnas territoriales gestadas en el marco de la explotación cauchera de inicios de siglo XX, detonante este del conflicto colombo-peruano por motivo de la violación del tratado fronterizo firmado en 1922 por parte del Perú (Palacios, 2002, pp. 514-517), el vuelo primario y el mantenimiento

se comenzaron a especializar a tal punto que las prácticas empíricas se abandonaron por completo. Inclusive, se procuró traducir los manuales existentes para aquél tiempo “lo mejor posible al español y elaborar otros, siguiendo el lineamiento de los existentes e incorporando la experiencia que se había adquirido en los años anteriores” (Peña, 2015, p. 30).

Tal versatilidad propia de la aviación militar consistente en allegar y acercar rincones distantes de Colombia en poco tiempo (MADBA, 2013, pp. 62-62, 74), y determinante para la finalización de los enfrentamientos con el Perú, se continuó reflejando en el hecho de la vigilancia especia-

lizada que realizó la Fuerza Aérea Colombiana en las costas caribeñas durante el desarrollo de la Segunda Guerra Mundial. Para ello, la Institución prosiguió en su camino de desarrollo tecnológico para así seguir liderando el poder aeroespacial en pro de la defensa nacional, renovando sus flotas de aeronaves de aquél entonces por los estables y ágiles aviones norteamericanos: Texan AT-6.

El hundimiento de la goleta Resolute a 50 millas náuticas al nordeste de San Andrés y a 35 de Providencia, y el hecho del rompimiento de relaciones que realizó el gobierno del entonces presidente Eduardo Santos con los países del

Eje, tuvo como consecuencia que el Estado Colombiano organizara patrullajes y vigilancia en el litoral caribe del país, encargando la realización de tal tarea en el menor tiempo posible a la aviación militar nacional (Forero, 1994, pp. 68-69).

Dichos preceptos fueron los que obligaron el surgimiento y afianzamiento de la aviación militar colombiana de ala rotatoria, gestándose así, de manera sincrónica, la primera Base Aérea de Helicópteros del país y su correspondiente y prestigiosa Escuela de formación, todo debido al gran número de tales equipos de vuelo adquiridos por el gobierno de aquél tiempo. Tan sólo un año des-

pués del advenimiento de la primera aeronave de ala rotatoria a la Fuerza Aérea Colombiana es que los turbos reactores se toman la institución. A partir de la incursión en la Fuerza del Silver Star T-33 de la Lockheed para el año de 1954, es que la nación entera ingresa a la era del jet, época dorada que daría como resultado la creación del Servicio Aéreo a Territorios Nacionales (SATENA), una aerolínea cuya punta de lanza es la integración económica y social de las regiones más apartadas del país, reflejo de la materialización continuada de los objetivos siempre presente en el desenvolvimiento temporal de la FAC (Forero, 1994, pp. 160-163).



[Fotografía de Revista Dinero] (2014) Revista Dinero. Recuperado de <http://www.dinero.com/empresas/articulo/satena-busca-alcanzar-autosostenibilidad/203814>



LA FUERZA DEL CONFLICTO Y LA FUERZA EN EL CONFLICTO

[Fotografía de Revista Semana] (2017) Recuperado de <http://www.semana.com/nacion/galeria/fotos-ineditas-de-las-farc-53-anos-en-marquetalia/526706>

Sin embargo, el país sufre dos grandes conmociones que pretendieron desestabilizar su *modus vivendi*: el paso y la conversión de las antiguas guerrillas liberales a guerrillas con talante marxista, hacia inicios de la década de los sesenta, y la incursión del narcotráfico hacia finales de los años setenta. Frente a tales cuestiones, las respuestas de la Fuerza Aérea Colombiana fueron y han sido efectivas, ya que por medio de la innovación e ingenio presentes al interior de la Institución es que miles de colombianos gozan de bienestar y felicidad en el seno de sus hogares.

Un ejemplo de lo anterior es la adaptación y desarrollo de armamento aéreo para equipos tales como el DC-3, T-37 Tweet, o UH-60L; estos llegarían a ser conocidos posteriormente como AC-47T Fantasma, OA-37B Dragonfly y AH-60L Arpia. Para el caso de éste último, en los años noventa se le concibió, en primer lugar, como una aeronave de transporte, siendo el desarrollo del Arpia la consecuencia de la necesidad al interior de la Fuerza de contar con equipos que se destacaran en la lucha contra la insurgencia y la ilegalidad (Hernández, 2015, pp. 57-62), sobresaliendo el mismo en operaciones tales como Vuelo de

Ángel. Tal operación tuvo como objetivo la recuperación de la capital del Vaupés en el año 1998, a razón que Mitú había sufrido el embate de alrededor de 600 combatientes de la guerrilla de las FARC, los cuales lograron tomar el casco urbano en su totalidad. Tan sólo 72 horas después de la toma ilegal, la capital del Vaupés sería efectivamente recuperada gracias al asedio realizado por la aviación militar colombiana. Con base en tal acción, se gestó como repercusión que los ataques en masa realizados por las guerrillas en el suroriente del país se convirtieran en desventaja ante la capacidad de reacción y alistamiento presentes en la Fuerza Aérea Colombiana. Lo anterior, es muestra plausible de la continua puesta en marcha de la versatilidad y flexibilidad presentes a hora de la aplicación del poder aéreo colombiano (Marín, et al., 2016, pp. 23-28).

En esta misma línea, es que la adquisición de aeronaves tales como el A-29 Súper Tucano, han fungido un papel estratégico en la Institución: por medio de la utilización de los mismos es que ningún tipo de grupo armado ilegal ha podido triunfar en la realización de sus objetivos, independientemente de las perspectivas políticas o económicas que dichos puedan contener. Tales triunfos se deben a los constante procesos

de aprendizaje a los que los pilotos de la Fuerza se han visto sometidos desde la creación de la misma, estando respaldados sus reentrenamientos en los exitosos aportes que ellos mismos han brindado en los distintos ejercicios internacionales tales como Mapple Flag del año 2013 o Green Flag de 2016.

Fue en el año 2013 donde equipos de A-29 Supertucano, KC-767 y C-130 Hércules de la Fuerza Aérea Colombiana realizaron "entrenamiento operacional en misiones aire-aire, aire-tierra, apoyo aéreo cercano, reconocimiento, reabastecimiento y operaciones especiales" (Fuerza Aérea Colombiana, 2015, párr. 1). Las misiones se llevaron a cabo en la Base Aérea canadiense de 4 Wing Cold Lake, Canadá, en donde "el equipo A-29 Supertucano cumplió 144 misiones, interactuando permanentemente con aeronaves tipo F-16, F-18, C-130, KC-767 y AWACS" (Fuerza Aérea Colombiana, 2015, párr. 4). También se realizaron ejercicios con el radar de la base aérea canadiense de 4 Wing Cold Lake, en donde se dispuso que dos oficiales controladores de armas de la Fuerza Aérea Colombiana hicieran parte del equipo que se encargó de guiar el ejercicio. Como complemento a tal hito, en el año 2016, 45 hombres y mujeres de la Fuerza Aérea Colombiana, con base al escuadrón A-29 Supertucano, operaron "combinadamente junto a las

aeronaves estadounidenses A-10 Thunderbolt II, realizando misiones de apoyo aéreo cercano, buscando así garantizar la supervivencia de las tropas en tierra" (Webinfomil, 2016, párr. 2). Fue en la ciudad de Bossier, Louisiana, donde se realizaron las misiones del ejercicio; allí "está ubicada Barskdale, base estratégica de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos" (Webinfomil, 2016, párr. 4). Desde tal punto, "cuatro aeronaves Supertucano consolidaron un total de 80 horas, cumpliendo 20 misiones de apoyo aéreo cercano aplicando la Fuerza a objetivos en movimiento, operando en escenarios urbanos y cumpliendo misiones de rescate a pilotos eyectados, entre otras" (Webinfomil, 2016, párr. 4).

Pero históricamente, la Fuerza Aérea Colombiana no sólo se ha centrado en la realización de operaciones aéreas de talante militar, en donde también destacan las intervenciones realizadas por los recordados Mirage M-5 de la Dassault, quienes, en compañía de sus sucesores, los poderosos y modernizados cachorros de león, los israelitas K-fir, ayudaron a recuperar grandes extensiones del territorio nacional en operaciones tales como la Operación Delta del año 2002 (Marín, et al, 2016, pp. 28-32). El excelente rendimiento de estos equipos de vuelo supersónico se ha visto reforzado por que sus pilotos han sido parte de

prestigiosos ejercicios internacionales tales como Red Flag del año 2012. Dicho evento brindó entrenamiento real de combate aire-aire y aire-tierra, bajo unas condiciones seguras de operación; en el mismo se resaltó el hecho de que son pocos los países llamados a ser partícipes de éste evento debido a los altos estándares de exigencia y calidad allí establecidos:

Como parte de un paquete de misión que incluía 60 aeronaves, los aviones K-fir apoyaron las operaciones de Búsqueda y Rescate en Combate, bombardeos a objetivos en tierra, la búsqueda de misiles SCUD, la ubicación de objetivos de alto valor y las misiones defensivas aire-aire contra aeronaves enemigas (Webinfomil, 2012, párr. 3).

Sin embargo, en la Fuerza Aérea no sólo se destacan operaciones tales como Sol Naciente, Alcatraz, Fénix, Sodoma u Odiseo, las cuales arrojaron como consecuencia el debilitamiento de las diferentes estructuras de los distintos grupos armados ilegales al golpear sus figuras de poder. Gracias a la intervención oportuna, de nuestra hoy festejada Institución, es que se logró neutralizar peligrosos cabezillas insurgentes tales como alias "el Negro Acacio" y alias "Martín Caballero" en el año 2007, alias "Raúl Reyes" en el año 2008, alias el "Mono Jojoy" en el año 2010 o alias "Alfonso Cano" en el año 2011, dando así parte de victoria al cumplir su deber constitucional (Marín et al, 2016, p. 45).



[Fotografía de www.fuerzasmilitares.org] (2017) Recuperado de <https://www.fuerzasmilitares.org/notas/colombia/fuerza-aerea/7995-aire-aire.html>

FUERZA FILANTRÓPICA

A la par, en sus cien años de historia, la Fuerza Aérea Colombiana ha realizado misiones de apoyo humanitario a todas aquellas poblaciones que se han identificado como en situación de riesgo, cruzando así fronteras internacionales para cumplir tal objetivo. Tal es el caso de las 15 toneladas de ayuda entregadas por el avión Atlas Boeing 737 a Chile, durante el año 2015, a raíz del terremoto allí acontecido (Fuerza Aérea Colombiana, 2015, párr. 1); o las más de 30 toneladas de ayuda entregadas por el Júpiter Boeing KC-767 a Perú, durante el año en 2017, por motivo de las inundaciones ocurridas en dicho país (Fuerza Aérea Colombiana, 2017, párr. 1), sin contar las 60 toneladas de ayuda que se han transportado en los robustos C-130 Hércules para los damnificados de la tragedia de Mocoa (El Colombiano, 2017, párr. 1).

Tales potenciales y habilidades de la Fuerza Aérea Colombiana se deben a que aeronaves como el Boeing Júpiter KC-767 y C-130 Hércules estuvieron presentes en encuentros como el Maple Flag o Cruzeiro do Sul Exercise CRUZEX, ambos del año 2013. Durante el desarrollo del primero, la aeronave C-130 Hércules se destacó en las operaciones en las que participó como lo menciona el siguiente informe:

El C-130 Hércules desarrolló operaciones especiales de transporte infiltración y exfiltración de tropa, seis lanzamientos de carga y 120 de paracaidistas representantes de las Fuerzas Militares de Alemania, Canadá y Colombia en las modalidades de HAHO (salto a gran altura con

apertura a gran altura) y HALO (salto a gran altura con apertura a baja altura) (Fuerza Aérea Colombiana, 2015, párr. 5).

Por su parte, la aeronave KC-767 también demostró su destacable capacidad operacional durante el desarrollo de la versión número 46 del Maple Flag. Lo que se hace explícito en el siguiente apartado:

(...) el equipo KC-767 realizó 24 salidas que permitieron 134 conexiones de reabastecimiento en vuelo por parte de los F-18 canadienses, transfiriendo 95.000 galones de combustible bajo los estándares de operación de la OTAN (Fuerza Aérea Colombiana, 2015, párr. 6).

Por otro lado, en las bases aéreas de la Fuerza Aérea Brasileñas de Natal y Recife, la Fuerza Aérea Colombiana participó del ejercicio militar Cruzeiro do Sul Exercise

CRUZEX. En él tomaron acción seis OA-37B Dragonfly y el KC-767, realizando "misiones de combate aire-aire, aire-tierra, comando y control, inteligencia, vigilancia, reconocimiento, aplicación de maniobras evasivas, operaciones especiales de transporte, capacidades de retanqueo en el equipo 767" (Defensa.com, 2013, párr. 2). Todo lo anterior, como lo menciona el mismo portal web, se empleó en escenarios de "interoperabilidad, de acuerdo a los procedimientos establecidos en la OTAN, con el propósito de fortalecer las capacidades de las Fuerzas Aéreas Aliadas de todo el mundo" (2013, párr. 2).

La Fuerza Aérea Colombiana también ha destacado por la gran cantidad de datos de inteligencia y vigilancia especializada que es capaz de recolectar en tiempo real. Lo anterior gracias a la puesta en operación de los ART adquiridos por la Fuerza, siendo estos equipos de vuelo ideales para labores de reconocimiento por su bajo costo de puesta en marcha, "su pequeño y sigiloso tamaño y sus grandes autonomías que les permiten estar en vuelo durante gran tiempo sobre sus objetivos sin ser detectados" (Webinfomil, 2011, párr. 2).

Además, desde la llegada de los UAV ScanEagle de la InSitu en el año 2006, los ART también se han destacado puesto que al no contar con tripulación a bordo de la aeronave, estos sobrepasan los límites de operación impuestos por el agotamiento humano.

Otra gloria de la Fuerza, y que los anales del tiempo han de enarbolar es la primera misión llevada a cabo a la Antártida. Con fines científicos y de investigación, 13 oficiales y suboficiales dejaron abierta la brecha para "el desarrollo de estudios astronómicos, la experimentación científica, así como el lanzamiento, recolección de datos y recuperación de elementos relacionados con el ámbito espacial" (El Tiempo, 2015, párr. 5).

[Fotografía de Erich Saumeth] (2017) Recuperado de: <http://www.infodefensa.com/latam/2017/06/13/opinion-aeronaves-remotamente-tripuladas-colombia.php>



CONCLUSIÓN

En pocas palabras, se puede vislumbrar que la Fuerza Aérea Colombiana es una institución de aviación militar que en todo momento se actualiza, se proyecta y se mantiene al tanto de los avances tecnológicos, que aún con cien años de historia siempre es capaz de unir y mantener todo el territorio colombiano bajo el latir de una sola bandera. Además, es capaz de acudir prontamente en ayuda de todos aquellos que lo necesitan, manteniendo siempre la soberanía del espacio colombiano y la legitimidad de las leyes de la nación.

Como se evidencia a partir de las reflexiones anteriormente expuestas, las capacidades que tiene el poder aéreo colombiano, hasta el día de hoy, se deben en razón a que, si bien fueron distintos los momentos y circunstancias en los que surgieron, sus múltiples estructurales temporales se entrecruzan constantemente en las distintas operaciones aéreas desarrolladas, elemento que ha dado resultados favorables para la Fuerza Aérea en sus tareas de defensa y protección de la nación entera.

REFERENCIAS

- Braudel, F. (2006). La Larga Duración. *Revista Académica de Relaciones Internacionales*, (5), 1-36.
- Correa, M. (4 de abril de 2017). La Fuerza Aérea ha trasladado 60 toneladas a Mocoa. *El Colombiano*. Recuperado de <http://www.elcolombiano.com/colombia/fuerza-aerea-dia-y-noche-en-mocoa-HF6272559>
- Defensa.com. (29 de octubre de 2013). La Fuerza Aérea Colombiana despliega sus A-37B en el ejercicio internacional de combate aéreo "Cruzex Flight 2013", uno de los mayores en América Latina. *Defensa.com*. Recuperado de <http://www.defensa.com/colombia/fuerza-aerea-colombiana-despliega-37b-ejercicio-internacional>
- [Diseño de Abraham Ortiz Miranda y Aldeamar Zambrano Torres] (Bogotá D.C., 2017). Archivo de diseños digitales Escuela de Postgrados FAC. Escuela de Postgrados FAC, Bogotá D.C., Cundinamarca.
- El Tiempo. (4 de febrero de 2015). Expedición de la Fuerza Aérea Colombiana aterrizó en la Antártida. *El Tiempo*. Recuperado de <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-15194518>
- Fuerza Aérea Colombiana (2013). *Manual de Doctrina Básica Aérea y Espacial (MADBA)*. Cuarta Edición. Bogotá: Fuerza Aérea Colombiana. Recuperado de <https://avafp.blackboard.com/bbcswebdav/library/Jefatura%20de%20Educaci%C3%B3n%20y%20Doctrina%20Militar%20J6/4.%20Doctrina%20P%C3%BAblica/4.%20Fuerza%20Aerea%20Colombiana/Manuales/00.%20FAC-0E%20MANUAL%20DE%20DOCTRINA%20BASICA%20AEREA%20Y%20ESPACIAL/FAC-0-E%20MADBA%202013.pdf>
- Fuerza Aérea Colombiana. (2015). *Sobresaliente participación de La Fuerza Aérea Colombiana en el Ejercicio Maple Flag 46*. Recuperado de <https://www.fac.mil.co/sobresaliente-participaci%C3%B3n-de-la-fuerza-a%C3%A9rea-colombiana-en-el-ejercicio-maple-flag-46>
- Fuerza Aérea Colombiana. (2017). Colombia envió 30 toneladas de ayuda humanitaria a Perú. Recuperado de <https://www.fac.mil.co/colombia-envi%C3%B3-30-toneladas-de-ayuda-humanitaria-per%C3%BA>
- Fuerza Aérea Colombiana. Incorporación (2015). *Ayuda Humanitaria a Chile*. Recuperado de <https://www.incorporacion.mil.co/ayuda-humanitaria-chile>
- Forero, O. (1994). *75 Años en los Cielos Patrios*. Bogotá, Colombia: Fuerza Aérea Colombiana.
- [Fotografía de Erich Saumeth]. (2017). Recuperado de <http://www.infodefensa.com/latam/2017/06/13/opinion-aeronaves-remotamente-tripuladas-colombia.php>
- [Fotografía de Fuerza Aérea Colombiana]. (2015). Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=XPL9bqDI-cM>
- [Fotografía de Revista Dinero]. (2014). *Avión SATENA*. Revista Dinero. Recuperado de <http://www.dinero.com/empresas/articulo/satena-busca-alcanzar-autosostenibilidad/203814>
- [Fotografía de Revista Semana]. (2017). *Fotos inéditas de las FARC: 53 años en Marquetalia*. Recuperado de <http://www.semana.com/nacion/galeria/fotos-ineditas-de-las-farc-53-anos-en-marquetalia/526706>

Fotografía Freedom Editorial

[Fotografía de *El Tiempo*]. (Bogotá, 1933). *El Tiempo*: diario de la mañana. Biblioteca Nacional, Bogotá D.C., Cundinamarca.

[Fotografía de www.fuerzasmilitares.org]. (2017). Recuperado de <https://www.fuerzasmilitares.org/notas/colombia/fuerza-aerea/7995-aire-aire.html>

Goberna, J. (2003) Fernand Braudel, La Civilización y La Larga Duración. *Cuadernos de Estudios Gallegos*. L (116), 213-255.

Hernández, D. (2015). AH-60L "Árpía" IV. *El halcón que se convirtió en águila*. Recuperado de http://www.au.af.mil/au/afri/aspj/apjinternational/apj-s/2015/2015-3/2015_3_08_hernandez_s.pdf

Marín, A., Esquivel, R., Castiblanco, C., Castriellón, J., Cotrina, N., Santos, M., Gómez, J. & García, J. (2016) *Victorias Desde el Aire: La Fuerza Aérea Colombiana y el Término del Conflicto Armado*. Primera Edición. Impress Colombia. Bogotá, pág. 192. Recuperado de <https://www.fac.mil.co/sites/default/files/la-fuerza-aerea-colombiana-y-el-termino-del-conflicto-armado-victorias-desde-el-aire-e-book.pdf>

Palacios, M. (2002). *Colombia. País Fragmentando, Sociedad Dividida. Su Historia*. Bogotá, Colombia: Editorial Norma. Peña, Y. (2015). *De la Subordinación a la Autonomía: La Profesionalización Militar en la Construcción de la Aviación Militar Colombiana. 1920-1936*. (Tesis de maestría). Pontificia Universidad Javeriana. Sede Bogotá, Bogotá D.C.

Villalobos, J. (1993). *Historia de las Fuerzas Militares. Fuerza Aérea*. Bogotá, Colombia: Planeta Colombiana Editorial S.A.

Webinfomil. Actualidad, Seguridad y Defensa. (2011). Aeronaves No Tripuladas en Colombia: El ScanEagle. *Webinfomil.com*. Recuperado de <http://www.webinfomil.com/2011/12/aeronaves-no-tripuladas-en-colombia-el.html>

Webinfomil. Actualidad, Seguridad y Defensa. (2012). Culmina Exitosamente la Participación de la Fuerza Aérea Colombiana en los Ejercicios Red Flag. *Webinfomil.com*. Recuperado de <http://www.webinfomil.com/2012/08/culmina-exitosamente-la-participacion.html>

Webinfomil. Actualidad, Seguridad y Defensa. (2016) Fuerza Aérea Colombiana culminó con éxito su participación en los Ejercicios Green Flag. *Webinfomil.com*. Recuperado de <http://www.webinfomil.com/2016/09/fuerza-aerea-colombiana-culmino-con.html>



Management and Strategy

María Carolina Vásquez Ruiz
Fuerza Aérea Colombiana
Grupo de Investigación CIPAER

Model of Convergence and Integration of Telecommunications Services of the Colombian Air Force to Support Coordinated Operations: National Police Case.

OPEN ACCESS CIENCIA Y PODER AÉREO
ISSN 1909-7050 / E- ISSN 2389-2468 / Volumen 14 (1)
Enero-Junio de 2019/ Colombia/ Pp. 42-65

Citación: Vásquez, M. (2019). Modelo de convergencia e integración de servicios de telecomunicaciones de la Fuerza Aérea Colombiana para apoyar operaciones coordinadas: caso Policía Nacional. Ciencia y Poder Aéreo, 14 (1), 42-65.
Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderareo.621>

María Carolina Vásquez Ruiz
Oficial Fuerza Aérea Colombiana, Comandante Escuadrón Telemática, EMAVI. Es Ingeniera Electrónica con Maestría en Logística Aeronáutica de la Escuela de Postgrados de la Fuerza Aérea Colombiana, EPFAC.
maria.vasquez@fac.mil.co
CvL AC: https://scienti.colciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001643032
Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderareo.621>

ABSTRACT

The Information and Communication Technologies (ICT) sectors are under constant challenges. Challenges that nowadays, with the different technological developments, integrated to the current requirements of customers and business needs, generate the need for interconnection between the different telecommunications platforms. This research will focus its efforts on formulating a solution that allows the convergence and integrity of the telecommunications systems of the Colombian Air Force (FAC, by its Spanish acronym) to the systems of the National Police (PNC, by its Spanish acronym), all this aimed at facilitating the decision-making process during the development of coordi-

nated operations. For this purpose, it is essential that the technologies have the possibility of being updated to the new guidelines of the global market, through the implementation of software and hardware that interconnect the current information systems. It also intends to analyze the information available in different scenarios, both regulatory-administrative, operational, technical, and human talent during the years 2014 to 2016. According to the foregoing, a research process is developed, where the results achieved are interesting. Because the hypotheses stated are significantly validated, according to the results obtained by applying qualitative and quantitative measurement instruments carried out during the research methodology.

Results that showed that the information technology platforms of FAC and PONAL present a divergence, which causes incompatibility to reach an assertive communication for the development of coordinated operations. This research, under the focus of resources and capacities of both institutions, looked for a way to achieve secure communications, evaluating the interoperability between them, in order to obtain higher command and control of operations. At the same time, it intends that the proposed model may be used in future technological developments focused on coordinated operations with other non-military entities, such as the Prosecutor's Office, Red Cross, Civil Defense, among others.

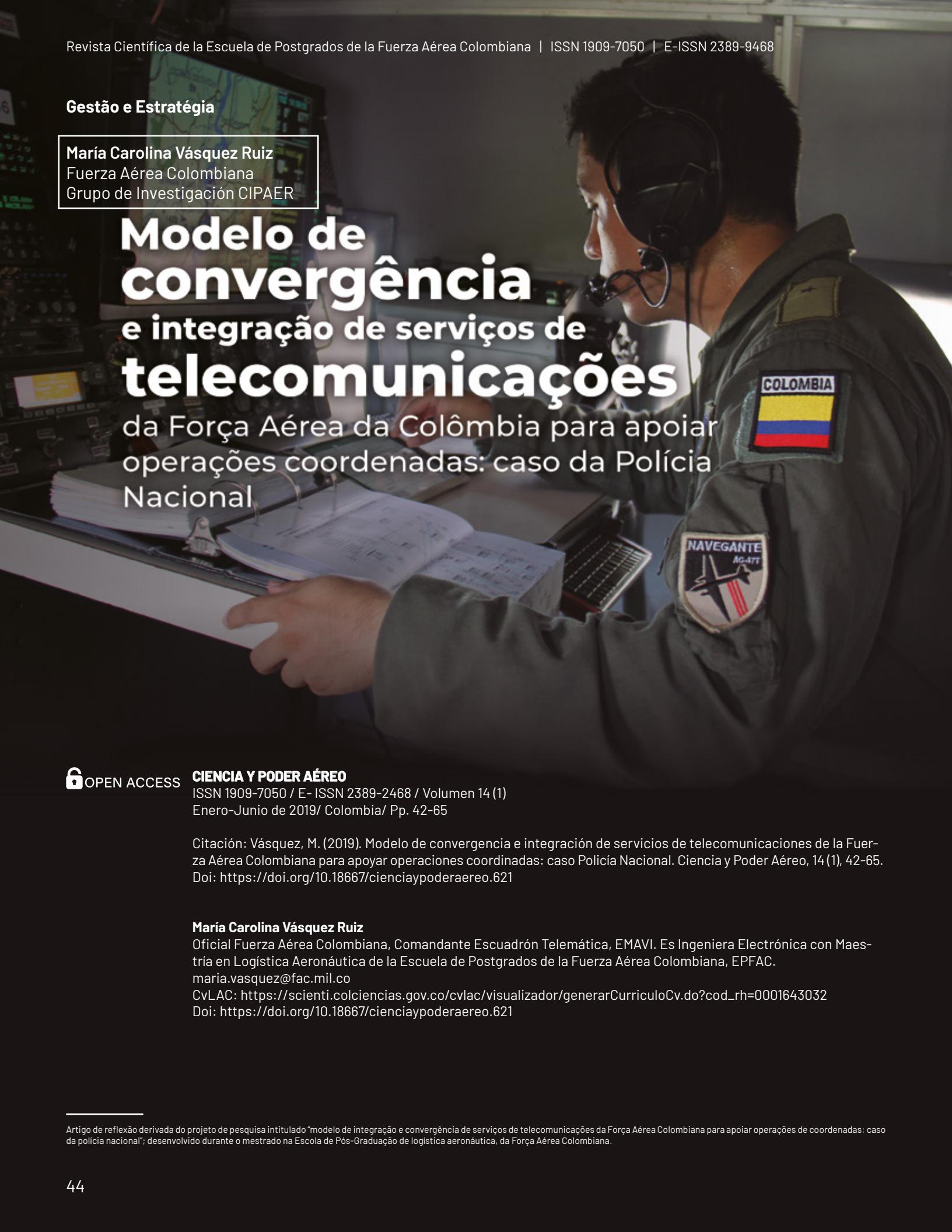
KEY WORDS:

Technological Convergence, Command and Control, Resources and Capacities, Integration to Telecommunication Platforms.

Gestão e Estratégia

María Carolina Vásquez Ruiz
Fuerza Aérea Colombiana
Grupo de Investigación CIPAER

Modelo de convergência e integração de serviços de telecomunicações da Força Aérea da Colômbia para apoiar operações coordenadas: caso da Polícia Nacional



OPEN ACCESS CIENCIA Y PODER AÉREO
ISSN 1909-7050 / E- ISSN 2389-2468 / Volumen 14 (1)
Enero-Junio de 2019/ Colombia/ Pp. 42-65

Citación: Vásquez, M. (2019). Modelo de convergencia e integración de servicios de telecomunicaciones de la Fuerza Aérea Colombiana para apoyar operaciones coordinadas: caso Policía Nacional. Ciencia y Poder Aéreo, 14 (1), 42-65.
Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderareo.621>

María Carolina Vásquez Ruiz
Oficial Fuerza Aérea Colombiana, Comandante Escuadrón Telemática, EMAVI. Es Ingeniera Electrónica con Maestría en Logística Aeronáutica de la Escuela de Postgrados de la Fuerza Aérea Colombiana, EPFAC.
maría.vasquez@fac.mil.co
CvL AC: https://scienti.colciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001643032
Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderareo.621>

Artigo de reflexão derivada do projeto de pesquisa intitulado "modelo de integração e convergência de serviços de telecomunicações da Força Aérea Colombiana para apoiar operações de coordenadas: caso da polícia nacional"; desenvolvido durante o mestrado na Escola de Pós-Graduação de logística aeronáutica, da Força Aérea Colombiana.

RESUMO

Os setores de Tecnologia da Informação e Comunicação (TICs) enfrentam desafios continuamente. Desafios que hoje, com os diferentes desenvolvimentos tecnológicos integrados às necessidades atuais de clientes e empresas, geram a necessidade de interconexão entre diferentes plataformas de telecomunicações. Esta pesquisa concentrará seus esforços na formulação de uma solução que permita a convergência e integridade dos sistemas de telecomunicações da Força Aérea Colombiana (FAC) com os sistemas da Polícia Nacional (PNC), tudo isso destinado a facilitar o processo de tomada de decisão durante o desenvolvimento de operações coordenadas. Para isso, é imperativo que as tecnologias têm oportunidades de ser atualizadas para

as novas orientações do mercado global, através da implementação de software e hardware para interligar os sistemas de informação existentes. Da mesma forma, busca analisar as informações disponíveis em vários cenários, tanto do regulador administrativo quanto do talento operacional, técnico e humano entre 2014 e 2016. De acordo com o exposto, desenvolve-se um processo investigativo, onde os resultados alcançados são interessantes. Como as hipóteses levantadas são significativamente validadas, de acordo com os resultados obtidos, são aplicados os instrumentos de medida qualitativa e quantitativa realizados durante a metodologia da pesquisa. Resultados que comprovaram que as plataformas de tecnologia da informação da FAC

e a PONTAL apresentam divergências, o que causa incompatibilidade para alcançar comunicação assertiva para o desenvolvimento de operações coordenadas. Esta pesquisa, sob o foco de recursos e capacidades de ambas as instituições, buscou uma maneira de obter comunicações seguras, avaliando a interoperabilidade entre as duas, a fim de aumentar o comando e controle das operações. Ao mesmo tempo, pretende-se que o modelo proposto possa ser utilizado em futuros desenvolvimentos tecnológicos voltados à coordenação de operações com outras entidades não militares, como o Ministério Público, Cruz Vermelha, Defesa Civil, entre outros.


PALAVRAS-CHAVE:

convergência tecnológica, Comando e controle, recursos e capacidades, integração de plataformas de telecomunicações.

Sección Gestión y Estrategia

María Carolina Vásquez Ruiz
Fuerza Aérea Colombiana
Grupo de Investigación CIPAER

Modelo de convergencia e integración de servicios de telecomunicaciones de la Fuerza Aérea Colombiana (FAC) para apoyar operaciones coordinadas: caso Policía Nacional (PNC)

 OPEN ACCESS **CIENCIA Y PODER AÉREO**
ISSN 1909-7050 / E- ISSN 2389-2468 / Volumen 14 (1)
Enero-Junio de 2019/ Colombia/ Pp. 42-65

Citación: Vásquez, M. (2019). Modelo de convergencia e integración de servicios de telecomunicaciones de la Fuerza Aérea Colombiana para apoyar operaciones coordinadas: caso Policía Nacional. Ciencia y Poder Aéreo, 14 (1), 42-65.
Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.621>

María Carolina Vásquez Ruiz
Oficial Fuerza Aérea Colombiana, Comandante Escuadrón Telemática, EMAVI. Es Ingeniera Electrónica con Maestría en Logística Aeronáutica de la Escuela de Postgrados de la Fuerza Aérea Colombiana, EPFAC.
maria.vasquez@fac.mil.co
CvL AC: https://scienti.colciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001643032
Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.621>

Artículo de reflexión derivado del proyecto de investigación titulado "Modelo de convergencia e integración de servicios de telecomunicaciones de la Fuerza Aérea Colombiana para apoyar operaciones coordinadas: caso Policía Nacional" desarrollado durante la Maestría en Logística Aeronáutica de la Escuela de Postgrados de la Fuerza Aérea Colombiana.

RESUMEN

Los sectores de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) continuamente se someten a retos. Desafíos que hoy por hoy, con los diferentes desarrollos tecnológicos, integrado a los actuales requerimientos de los clientes y necesidades empresariales, generan la necesidad de la interconexión entre las diferentes plataformas de telecomunicaciones. Esta investigación enfocará sus esfuerzos en formular una solución que permita la convergencia e integridad de los sistemas de telecomunicaciones de la Fuerza Aérea Colombiana (FAC) con los sistemas de la Policía Nacional (PNC), todo esto encaminado a facilitar el proceso de toma de decisiones durante el desarrollo de operaciones coordinadas. Para esto, es imprescindible que las

tecnologías tengan la posibilidad de ser actualizadas a los nuevos lineamientos del mercado global, mediante la implementación de software y hardware que interconecten los sistemas de información actuales. Así mismo, se busca analizar la información disponible en varios escenarios, tanto el regulatorio-administrativo, operativo, técnico, como de talento humano entre los años 2014 al 2016. De conformidad con lo anterior, se desarrolla un proceso investigativo, donde los resultados logrados son interesantes. Ya que de manera significativa las hipótesis planteadas son validadas, de acuerdo con los resultados obtenidos aplicando los instrumentos de medición cualitativos y cuantitativos llevados a cabo durante la metodología de la inves-

tigación. Resultados que logró evidenciar que las plataformas de tecnologías de la información de la FAC y PONAL presenta una divergencia, la cual causa incompatibilidad para alcanzar una comunicación asertiva para el desarrollo de operaciones coordinadas. Esta investigación, bajo el enfoque de recursos y capacidades de ambas instituciones, buscó un camino para lograr comunicaciones seguras, evaluando la interoperabilidad entre ambas, con el fin de un mayor comando y control de las operaciones. A su vez pretende, que el modelo planteado pueda ser utilizado en futuros desarrollos tecnológicos orientados a operaciones coordinadas con otras entidades no militares, como la Fiscalía, Cruz Roja, Defensa Civil, entre otros.

PALABRAS CLAVE:

convergencia tecnológica, comando y control, recursos y capacidades, integración plataformas telecomunicaciones.



Los textos publicados en esta revista están sujetos –si no se indica lo contrario– a una licencia de Reconocimiento 4.0 Internacional de Creative Commons. La licencia completa se puede consultar en https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es_ES

Aprobado evaluador interno: 15/08/2019
Aprobado evaluadores externos: 26/08/2019

INTRODUCCIÓN

El desarrollo tecnológico de las telecomunicaciones aplicadas en los diferentes escenarios doctrinales, en la Fuerza Aérea Colombiana (FAC), ha demostrado que la base fundamental para llegar al éxito en toda operación militar son las comunicaciones. Y es precisamente esta área la que coadyuva en la toma de decisiones durante el comando y control de la maniobra militar. Un ejemplo es la operación Fenix, en la cual mediante la señal de un teléfono satelital que utilizaba el jefe guerrillero Raúl Reyes [1], sirvió como portadora o medio guía (señal radiofrecuencia) para que la FAC realizará un bombardeo estratégico. Así mismo, se logró (gracias a las comunicaciones aplicadas en esta operación) la consolidación operacional al realizar asalto aéreo de los equipos especiales y comandos conjuntos de la Policía Nacional de Colombia (PNC) y la Armada Nacional de Colombia (ARC).

Par tal razón, el uso sistemático de las telecomunicaciones ha provocado que la FAC, genere nuevos proyectos basados en innovación y desarrollo tecnológico lo cual permite que estas (las telecomunicaciones) puedan ser integradas y, lógicamente, convergentes a nivel de Unidades FAC con el fin constituir un "Sistema de Telecomunicaciones Militares (STM)" [2].

Dado este panorama, dentro de este proyecto de investigación se busca concebir un modelo de convergencia e integración de servicios de telecomunicaciones de la Fuerza Aérea Colombiana para apoyar operaciones coordinadas. En este caso con Policía Nacional. Ello a fin de lograr la constitución de un STM con entidades no militares como actualmente está implementado en el Comando General de las Fuerzas Militares de Colombia con la Red Integrada de Comunicaciones Estratégicas. Aunque dicho concepto ha sido aplicado en entidades de carácter militar, este puede ser adoptado y apropiado a la naturaleza de las operaciones coordinadas con Policía Nacional ya que este tipo de operación a luz del Manual de Doctrina Básica Aérea y Espacial "buscan mediante la coordinación, cumplir una misión impuesta a favor de los intereses nacionales y de las instituciones del Estado". [3].

Así mismo, generar estándares logísticos de servicios para mitigar las zonas grises de comunicación en los teatros de operaciones. Esto quiere decir que las redes de telecomunicaciones y equipos tácticos empleados en el desarrollo de las operaciones coordinadas puedan transmitir y recibir órdenes del centro de operaciones en tiempo real, utilizando los mismos protocolos de servicio logístico de telecomunicaciones.

Ahora bien, la problemática de este proyecto radica en la discrepancia técnica de los equipos y/o sistemas de comunicaciones de cada una de los actores. Por ejemplo, los radios pertenecientes a la red móvil digital de la FAC tiene diferente frecuencia de operación de los equipos terminales de la Policía Nacional. Ello genera esta incompatibilidad y diversidad tecnológica, vacíos operacionales y vulneración de la información puesto que se utilizan medios de comunicación alternos susceptibles a ser interceptados por el enemigo. La razón, carecen de software y hardware de encriptación, como es la red de telefonía celular.

En efecto, el desarrollo de esta investigación parte de observaciones, retroalimentaciones y

lecciones aprendidas y realizadas por Grupos de Combate posterior a la operación coordinada. En ese orden, se evidencia cuál parte del nivel del éxito operacional puede verse opacado en la falta de medios de telecomunicaciones comunes para efectuar comando y control en el teatro de operaciones, hecho que genera una alta desconfianza al comandante. Por lo tanto, para este estudio de caso se tomará de muestra las operaciones aéreas realizadas entre los años 2014 al 2016.

Así pues, el proceso investigativo se centrará en el análisis de cuatro ecosistemas: el primero, es el legislativo, el cual busca desde la perspectiva gubernamental conocer las políticas de estado referente a convergencias de sistemas de telecomunicaciones y

como esta directriz se sincroniza con el uso y asignación del espectro electromagnético para operaciones militares. El segundo, es un análisis detallado del área operación, como es la interoperabilidad entre la FAC y PNC. Diagnóstico que sinérgicamente conlleva al conocimiento del tercer escenario. Este es el técnico, donde tras estudiar acuerdos de confidencialidad se conocerá el core del hardware que cada institución posee para la planeación y desarrollo de sus capacidades en pro de su área de responsabilidad. Finalmente, está el modelo de arquitectura empresarial AS-IS, TO-BE y el análisis de brecha. En él se profundizará los recursos intangibles y humanos de ambas instituciones a fin de explorar sus fortalezas y beneficios de la ventaja competitiva colaborativa.



ANTECEDENTES

En primer lugar, con ayuda de la Política de Defensa y Seguridad Democrática se fortaleció las Fuerzas Militares y Policía Nacional con el propósito de reforzar y garantizar el Estado de Derecho en todo el territorio nacional. Esta Política de Estado generó el fortalecimiento de la doctrina operacional coordinada con el fin de:

Establece los principios, la organización y los procedimientos para desarrollar operaciones con otras entidades no militares, como la Policía Nacional, la Fiscalía, entre otras, las cuales buscan mediante la coordinación, cumplir una misión impuesta a favor de los intereses nacionales y de las instituciones del Estado [3].

Con base a el análisis aplicado en este proyecto de investigación a los datos estadísticos del sistema SIIO (facilitado para fines académicos y desarrollo del proceso de investigación por parte de la Jefatura de Operaciones Aéreas) se puede observar que la aplicación de esta doctrina en los teatros de operación, entre los años 2014 a 2016, ha logrado desarrollar aproximadamente 6.700 operaciones coordinadas. Entre las más comunes se destacan misiones contra el narcotráfico, minería ilegal e interdicción.

Es así como esta doctrina es planteada desde el eje central, y es transversal y común para todas las Fuerzas Militares. Esto se evidencia en el Manual Fundamental del Ejército 3-05, el cual está orientado al desarrollo de operaciones especiales y define que:

Las Fuerzas Militares (FF. MM.) pueden planear, preparar, ejecutar y evaluar Operaciones especiales (OO. EE.) en coordinación con la Policía Nacional, organismos de seguridad del Estado u organizaciones regionales (gubernamentales y no gubernamentales), con el propósito de obtener y manejar información de interés y procedimientos de apoyo que ayuden a dirigir todos los medios disponibles para el cumplimiento de la misión, en una acción coordinada que garantice unidad de esfuerzo [4].

No obstante, el empleo significativo de esta doctrina coordinada ha puesto en evidencia falencias tecnológicas, las cuales si se subsanan adecuadamente mediante la propuesta de un modelo (donde se planteen directrices para el fortalecimiento de la compatibilidad tecnológica, integración y convergencia de las telecomunicaciones entre Fuerza Aérea Colombiana y Policía Nacional) muy seguramente la toma de decisiones será más asertiva y eficaz para el comando, control y la concertación del objetivo propuesto.

De tal manera, que este modelo permita vincular los lineamientos del Plan de Guerra en las áreas estratégicas, críticas y zonas grises, como lo afirma el señor Mayor General Juan Carlos Salazar en su cátedra Colombia: *"El trabajo conjunto, coordinado e interagencial es una necesidad para finalizar la guerra y llegar a la victoria militar"* [5].

Para alcanzar tal fin se debe disponer de modelos de compatibilidad e integración tecnológica que per-

mitan medios de comunicaciones comunes para la planeación y ejecución de las operaciones.

En este marco, las falencias tecnológicas no radican en una obsolescencia de plataformas de telecomunicaciones, sino en una falta de comunicación entre ellas. Es decir, no existe una integración o convergencia tecnológica¹ que tenga la capacidad para que diferentes plataformas de red transporten diferentes tipos de servicios (esencialmente similares sobre dispositivos) de consumo utilizados en las comunicaciones militares para comando y control de las operaciones coordinadas [6].

Estas consideraciones conducen a que este trabajo analice el fenómeno asociado a la convergencia de las telecomunicaciones y la tecnología de la información. A su vez, evalúa su impacto potencial en el contexto de las operaciones militares coordinadas. De modo que el estudio traza paralelismos entre el marco regulatorio, el modelo OSI² basado en la definición de reglas y formatos de mensajes establecidos para redes y servicios de telecomunicaciones, y el modelo de arquitectura empresarial. En sí, identifica los cuatro dominios: negocios, datos, aplicaciones y tecnología.

¹ Convergencia tecnológica: hacen referencia a la integración de los servicios de voz, datos y video sobre una sola red basada en IP como protocolo de nivel de red [21].

² Convergencia tecnológica: hacen referencia a la integración de los servicios de voz, datos y video sobre una sola red basada en IP como protocolo de nivel de red [21].

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La problemática de este proyecto radica en la discrepancia técnica de los equipos y/o sistemas de comunicaciones de cada una de los actores. Ejemplo de ello son los radios pertenecientes a la red móvil digital de la FAC, una discrepancia que tiene diferente frecuencia de operación de los equipos terminales de la Policía Nacional. Así genera incompatibilidad y diversidad tecnológica, vacíos operacionales y vulneración de la información, dado que se utilizan medios de comunicaciones alternos susceptibles a ser interceptados por el enemigo. El motivo de lo anterior es que carecen de software y hardware de encriptación, como es la utilización de la telefonía celular.

Con la implementación del Plan de Guerra – Espada de Honor III el cual se enfoca al Postconflicto se hace necesario formular un modelo que fortalezca la integración y convergencia de las telecomunicaciones a nivel de la Fuerza Aérea Colombiana con otras entidades no mili-

tares. Para este caso en específico con la Policía Nacional. Esta problemática se evidencia en la incompatibilidad de los sistemas de telecomunicaciones y sus equipos terminales, lo que conlleva a que se generen tardanzas en el cumplimiento de la misión.

Por eso, el análisis de caso explorará, para las operaciones coordinadas efectuadas entre el año 2014 y 2016 y en la etapa de profundización con expertos, esta investigación en los testimonios de tamaño muestra (n) de pilotos del Comando Aéreo de Comandante No 5.

De lo anterior, es pertinente realizar la siguiente pregunta, ¿cuáles elementos y condiciones son los esenciales para diseñar un modelo de convergencia e integración tecnológica, en el área de las telecomunicaciones, que permitan realizar operaciones coordinadas de manera exitosa entre la Fuerza Aérea Colombiana y la Policía Nacional?

JUSTIFICACIÓN

En un ámbito militar en el cual se están desarrollando los teatros de operaciones de la Fuerza Aérea Colombiana (FAC), es claro que la logística en el área de las comunicaciones es un pilar fundamental para el mejoramiento de estas.

Por consiguiente, la pertinencia de este proyecto se arraiga principalmente en la necesidad de manejar sistemas de telecomunicaciones afines entre la FAC y la Policía Nacional para desarrollar operaciones coordinadas, en la actualidad, y buscar una prospectiva hacia el postconflicto. Tal como afirma Viegas [7]:

“Los significativos progresos tecnológicos presenciados en los campos de los sistemas de telecomunicaciones y de informática nos obligaron a definir y reestructurar nuevos y antiguos conceptos ligados al transporte y a la utilización de la información, trayendo para el orden del día y para nuestra terminología actual términos tales como: digitalización del campo de batalla, integración y globalización de las comunicaciones, juegos de guerra, C3I y C4I2, Internet militar, hackers, etc.”.

Esto evidencia lo importante que es la logística de las telecomunicaciones en el planeamiento de operaciones y estrategias de guerra.

Por un lado, se pretende formular un modelo que fortalezca la integración y convergencia de las telecomunicaciones entre ambas entidades y descritas (FAC y la Policía Nacional) para teatros de operaciones coordinados. Es decir, un modelo que propone como punto de partida el estudio y análisis del funcionamiento de la doctrina coordinada a nivel del área logística de telecomunicaciones de los entes no militares, caso Policía Nacional. Así pues, concebir un modelo de compatibilidad tecnológica entre los sistemas de telecomunicaciones existentes que generen estándares logísticos de servicios para mitigar las zonas grises de comunicación en los teatros de operaciones. De pocas palabras, buscar un estándar de servicio logístico de telecomunicaciones.

Por otro, se hace ineludible que, para realizar operaciones coordinadas, se debe incrementar el nivel de seguridad de la información. Entonces, con este modelo se pretende llegar a una estandarización, con la intención de utilizar medios comunes de comunicaciones aeronáuticos, tácticos y estratégicos que brinden el nivel de seguridad criptográfico requerido.

Al mismo tiempo, se pretende realizar una indagación profunda en la actual logística de telecomunica-

ciones de la Fuerza Aérea Colombiana, así como enfocarse en el manejo de esta área en la Policía Nacional; no obstante, esta investigación proporciona estándares reales aplicables a los sistemas instalados al año 2015. Por lo cual, durante el desarrollo de esta, se requerirá efectuar visitas técnicas a estas entidades que son materia de esta línea de investigación.

Cabe resaltar que se debe tener en cuenta el desarrollo de la generación industrial 4.0, pues es muy importante para conocer las nuevas tendencias evolutivas en tecnologías de información (TI). Todo en aras de generar una convergencia e integración de plataformas tecnológicas que permitan apoyar operaciones coordinadas. Este desafío, genera la necesidad de buscar nuevas tendencias para la interconexión entre los diferentes sistemas TI [8].

En efecto, bajo este enfoque de transformación digital o evolución hacia los sistemas ciber-físicos, vistos como la cuarta revolución industrial, basados en el componente de sistemas de integración horizontal y vertical (*system integration 4.0*), se puede obtener redes de integración que permitan la creación de otras universales para la integración de datos entre compañías. Tal afirmación implica

la combinación de varios sistemas informáticos y paquetes de software para crear un sistema más grande [9][10][11].

Por todo esto, la relevancia de este estudio de caso sobre la convergencia e integridad de la logística de las telecomunicaciones está basada en la globalización y los desarrollos tecnológicos derivados de las constantes actualizaciones técnicas (protocolos de información, diseño de nuevos equipos, mejoramiento de los medios físicos para el transporte de la información). Para esto, qué mejor definición que la proporcionada por Pérez, Gómez & Vela [6], en su publicación *Análisis General de la Convergencia Tecnológica de las Telecomunicaciones y su Futuro en el Ecuador*:

“La tendencia hacia la convergencia tecnológica es el resultado de una necesidad a corto y medio plazo, impulsada por el competitivo entorno actual y por el deseo de las personas de mejorar las comunicaciones, representada por la migración de las redes hacia una infraestructura basada en paquetes, poniendo especial énfasis en el protocolo de Internet. Mediante una infraestructura convergente los proveedores deservicio pueden reducir costos operativos sobre la red y tener

capacidad de ofrecer servicios unificados mediante una plataforma común”.

Con la aplicación de esta tendencia, como hilo conductor de esta investigación, se lleva la Fuerza Aérea Colombiana al ámbito del Plan de Guerra – Plan Victoria Plus a realizar operaciones coordinadas eficientes, eficaces y con resultados significativos. Por ende, se demuestra cómo puede alcanzarse estándares logísticos tales como los desarrollados por las grandes Fuerzas Militares del mundo, en particular, para la OTAN: *“esta necesidad de convergencia en los componentes CIS (Communication and Information System) que es una tendencia cada vez más usada, aplicando tanto a la concepción de las arquitecturas objeto de los sistemas de información y telecomunicaciones como los procesos asociados para su conocimiento”* [2].

MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

Con el ánimo de encontrar ciencias y estudios que contribuyan a generar ideas innovadoras en el ámbito de la integración tecnológica, con base al análisis del estado del arte para este proyecto de investigación, el marco de referencia partirá desde el enfoque de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), entrelazándose a su vez sinérgicamente con aéreas de conocimiento de la Administración. De esta forma, se busca establecer directrices para el fortalecimiento de la compatibilidad tecnológica, integración y convergencia de las telecomunicaciones entre Fuerza Aérea Colombiana y Policía Nacional de Colombia. Se dirá, pues, que el fin es reforzar y garantizar el Estado de Derecho en todo el territorio Nacional. Ello bajo una política de Estado que genere un fortalecimiento en la doctrina operacional coordinada al pretender que:

que ha generado la guerra desarrollada en territorios marginados donde se establecieron grupos ilegales a través de la minería criminal y las redes de extorsión. Eso ha derivado un enriquecimiento ilícito excesivo [13].

Adicional, otra característica en el estado del arte del presente documento es que busca focalizar e integrar de manera coordinada cuatro escenarios: regulatorio-administrativo, operativo, técnico y talento humano. Estos serán fundamentales para determinar un modelo de convergencia e integración de servicios de entre la FAC y la PNC.



Figura 1. Escenarios de Integración.

“Establece los principios, la organización y los procedimientos para desarrollar operaciones con otras entidades no militares, como la Policía Nacional, la Fiscalía, entre otras, las cuales buscan mediante la coordinación, cumplir una misión impuesta a favor de los intereses nacionales y de las instituciones del Estado” [3].

Más aún cuando dentro de los antecedentes de esta doctrina, se observa que estos teatros de operación vienen desarrollando misiones contra el narcotráfico, minería ilegal; entre otras. Estas han permitido “diezmar el actuar de grupos ilegales que afectan el orden interno y la integridad de los colombianos” [12]. Así como combatir la economía ilegal y criminal

La generación de tecnologías de transmisión más eficientes ha originado nuevas propuestas en las cuales se busca la integración o convergencia tecnológica. De ahí se aspira a establecer la interconexión entre los diferentes sistemas de telecomunicaciones que busquen como fin, un interoperabilidad y trabajo colaborativo entre sistemas de información, específicamente a nivel hardware y software. Esto ha llevado a crear aéreas de conocimiento especializadas en el ámbito de las políticas de comunicaciones, la convergencia, integración y compatibilidad tecnológica.

El centrar el estado del arte identificando otros trabajos de investigación, no resulta fácil, dado que encontrar modelos de integración tecnológica para sistemas telecomunicaciones a nivel militar no es sencillo. Ello porque esta información es de carácter restringido y las fuentes de información a las cuales se tuvo acceso no fueron eficaces en la entrega de contenido (en el área militar); sin embargo, se adaptará y es harán similares con los resultados y experiencias obtenidas en trabajos de investigación cuyo ámbito es el comercial. Esto en palabras de Albana & Vallejo implica tener en cuenta que [14] en su artículo Telecomunicaciones, Convergencia y Regulación, se hace una investigación sobre desarrollo del sector de comunicaciones y su repercusión en la convergencia de los mercados y de la política hacia el sector de TIC, con el fin de identificar aspectos regulatorios sensibles, que propongan aspectos regulatorios que aún no han sido tenidos en cuenta o abordados con profundidad [14].

Dentro de ese marco, se observa un análisis realizado en el mercado de las telecomunicaciones en el Ecuador. En él se afirman que “la convergencia se puede aplicar en diferentes lugares de la red inclusive en su borde” [6].

Como seguimiento al escenario técnico, se requiere analizar metódicamente el modelo de interconexión de sistemas abiertos (*Open Systems Interconnected - OSI*) traducción al español, en adelante OSI. Esto con la finalidad de llegar al detalle del desglose de este

modelo en la capa física, enlace de datos, red, transporte, sesión, presentación y aplicación en cada una de las entidades participantes en este proyecto de investigación (FAC y PNC). Por ende, se vincula al concepto de los demás escenarios, teorías como la de información, la cual según Valbuena de la Fuente [15] citado por Vico [16], tiene como “objetivo fundamental orientar y situar el conocimiento en torno a la comunicación, con una dirección concreta específica para investigar la información”.

En cuanto a la teoría de adopción, y modelo de aceptación tecnológica (TAM), se enfoca en las predicciones de aceptación y uso de nuevas tecnologías de forma que se evalúe un determinado comportamiento en la utilización de un sistema de información. Tal apreciación basándose en dos variables: la utilidad percibida y la percepción del individuo sobre el uso del sistema de información [17].

Cabe señalar la teoría de recursos y capacidades para apoyar el planteamiento del escenario operativo y de talento humano, en el cual se tomará la perspectiva de un conjunto único de recursos tangibles o intangibles. Allí se distingue entre los recursos intangibles lo siguiente: los físicos y financieros. Y para el término de recursos tangibles, estos se entiende como los activos humanos y no humanos; ambos caracterizándose en lo tecnológico y lo operativos [18].

MARCO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

Esta sección describe cuál fue el proceso metodológico seguido en esta investigación. Aquí se estableció como proceso de investigación mixto desde el enfoque de la teoría de Hernández Sampieri y Mendoza. Recordemos que esta se describe así [19]:

El conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio.

Por consiguiente, y bajo el enfoque cuantitativo, se realizará un estudio de tipo correlacional dado que esta investigación “tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que existe entre dos o más conceptos, categorías o variables en un contexto en particular” [19]. Así pues, se analizará la variable convergencia tecnológica en el escenario de operaciones coordinadas con la Policía Nacional, hecho que permitirá conocer el comportamiento de esta variable con otras que se vinculen a través del proceso investigativo.

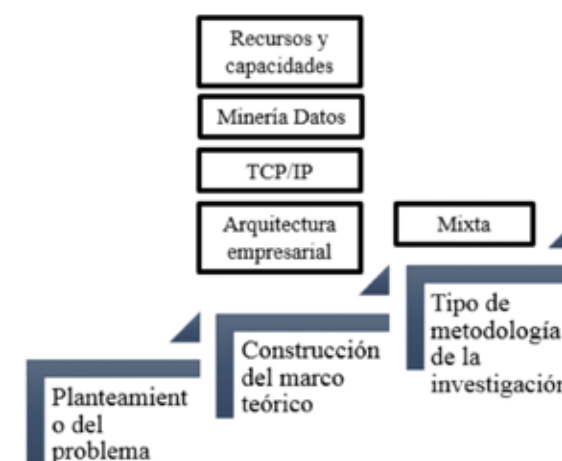


Figura 2. Escalamiento de la metodología de la investigación tres primeras fases.

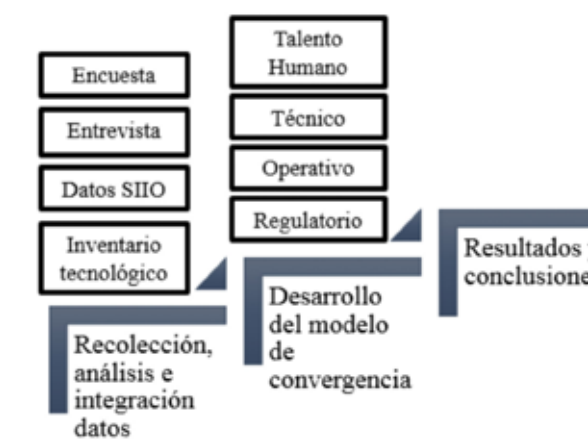


Figura 3. Continuidad del escalamiento de la metodología de la investigación.

HIPÓTESIS FORMULADAS AL PROCESO INVESTIGATIVO.

Se añade, entonces, a este método investigativo el escenario cualitativo que básicamente trata de "la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación" [19]. De hecho, cabe resaltar que el desarrollo investigativo en esta tesis busca dar respuesta a las siguientes hipótesis (H):

H1: las plataformas, redes y los equipos actuales que le ofrece la FAC, no satisface el servicio de comunicaciones cuando desarrolla operaciones con la Policía Nacional.

H2: existe incompatibilidad, diversidad tecnológica y discrepancia técnica entre los equipos y/o sistemas de comunicaciones entre la FAC y la Policía Nacional.

H3: se utilizan medios de comunicaciones alternos (telefonía celular e Internet) susceptibles a ser interceptados, por carencia de encriptación en las plataformas, redes y los equipos de comunicaciones con los que cuenta la FAC y la Policía Nacional.

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

ENCUESTA

En este apartado se presentan los resultados obtenidos durante la investigación de campo. Estos se adquirieron mediante la aplicación del instrumento de medición tipo encuesta al personal que pilotos de la aeronave Black Hawk UH-60 y aleatoriamente algunos pilotos de ala fija de diferentes equipos, objeto de estudio según se mencionó en la metodología.

TABLA 1. Nivel de satisfacción vs cantidad de operaciones.

NIVEL DE SATISFACCIÓN	CANTIDAD DE OPERACIONES ÚLTIMOS CUATRO AÑOS (2014 A 2017)				TOTAL
	1-5	11-15	6-10	MÁS DE 20	
INSATISFECHO	15.79%	5.26%	10.53%	10.53%	42.11%
POCO SATISFECHO	5.26%	0.00%	15.79%	10.53%	31.58%
SATISFECHO	15.79%	0.00%	5.26%	0.00%	21.05%
MUY SATISFECHO	5.26%	0.00%	0.00%	0.00%	5.26%
TOTAL	42.11%	5.26%	31.58%	21.05%	100%

Para lograr tal propósito se utilizó la metodología de tablas cruzadas. Allí se tomó la variable de periodicidad en la cual se preguntaba (a los encuestados), ¿en los últimos cuatro años (2014 al 2017) con qué frecuencia a participado en operaciones coordinadas con Policía Nacional? Esta más una relación cruzada con la interrogación, ¿considera que las plataformas, redes y equipos actuales que le ofrece la FAC, satisface el servicio de comunicaciones cuando desarrolla operaciones con la Policía Nacional? Con base a estas interrogaciones se obtiene una relación interesante, como se muestra la Tabla 1. Nivel de satisfacción vs cantidad de operaciones. En ella se observa que el 73.69% de los pilotos encuestados se encuentran insatisfechos o poco satisfechos referente a los servicios que le ofrecen las plataformas de comunicaciones durante el desarrollo en operaciones con Policía Nacional. Tal resultado conduce a

ver un nivel de criticidad en cuanto a que este fenómeno se da a todo nivel desde una a más de 20 operaciones efectuadas entre los años 2014 a 2017.

Este análisis soporta la hipótesis H1, la cual tiene como objetivo medir este nivel de satisfacción de percepción de los pilotos acerca del servicio que le ofrecen las plataformas, redes y los equipos de comunicaciones, como se observa en la Figura 4.

Continuando con los análisis cruzados entre la interrogación "¿Durante el desarrollo de operaciones con Policía Nacional, con qué frecuencia ha tenido problemas de comunicación a causa de la incompatibilidad entre las redes, plataformas y equipos utilizados por la FAC?" [20] y la variable cantidad de operaciones realizadas (según los resultados de la Tabla 2), la población en estudio en un 84.21% ha presentado problemas

para comunicarse durante el teatro de operaciones coordinado: Policía Nacional. Este resultado indica que existe una falta de convergencia tecnológica entre los sistemas de telecomunicaciones utilizados por la FAC y la PNC, ya que el único medio compatible es el sistema VHF/AM, o VHF aeronáutico. Este por normatividad aeronáutica internacional y nacional debe ir instalados a bordo de cualquier aeronave; sin embargo es de aclarar para el presente estudio que estas comunicaciones no son seguras y no se puede ejercer un comando y control con nivel de cifrado como se requiere a nivel militar.

Por ende, este estudio se centrará en la incompatibilidad de plataformas tecnológicas que proporcionen comunicaciones cifradas para el nivel militar, para la toma asertiva de decisiones en los teatros de operaciones combinados con la Policía Nacional.

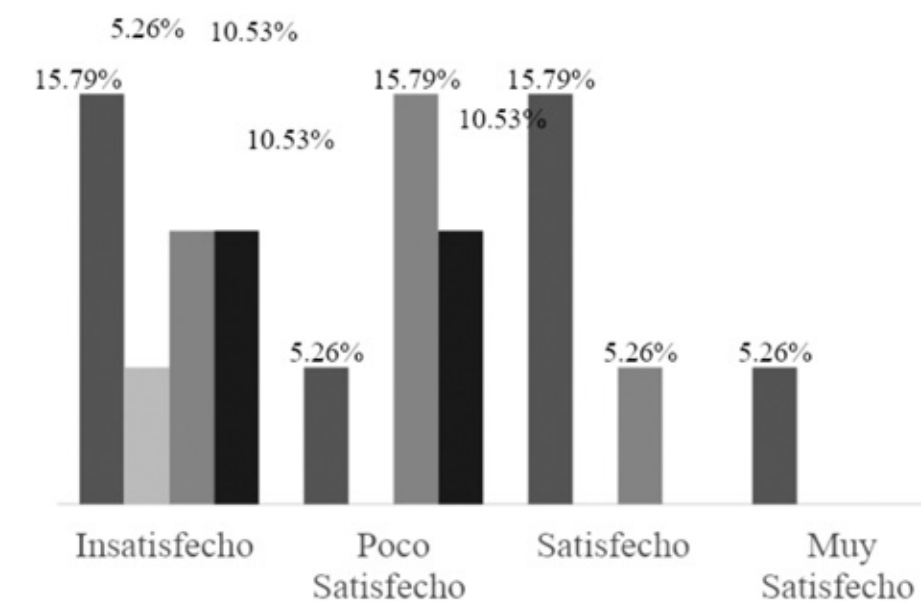


Figura 4. Nivel satisfacción servicio según número de operaciones participadas

TABLA 2. Grado de periodicidad presentó problemas de comunicación por incompatibilidad de las redes.

GRADO DE PERIODICIDAD	CANTIDAD DE OPERACIONES ÚLTIMOS CUATRO AÑOS (2014 A 2017)				TOTAL
	0-5	10-15	5-10	MÁS DE 20	
MUY FRECUENTE	15.79%	5.26%	10.53%	15.79%	47.37%
FRECUENTE	15.79%	0.00%	15.79%	5.26%	36.84%
POCO FRECUENTE	10.53%	0.00%	5.26%	0.00%	15.79%
TOTAL	42.11%	5.26%	31.58%	21.05%	100%

Acto seguido, para fortalecer este análisis se planteó la siguiente pregunta a la población objeto de estudio: ¿considera que las plataformas y redes actuales de telecomunicaciones aeronáuticas, terrestres, tácticas que le ofrece la FAC, estando en el teatro de operaciones le ofrecen encriptación y/o cifrado de voz que le permitan una comunicación fluida con la Policía Nacional?. Ante ello, se efectúa un análisis cruzado con la variable frecuencia de incompatibilidad tecnológica. Ahí se observa una alta relación entre estas variables, en la cual para el análisis arroja un nivel negativo de 94.74%.

TABLA 3. Factor encriptación vs incompatibilidad tecnológica

LAS PLATAFORMAS, REDES Y EQUIPOS OFRECEN ENCRIPCIÓN Y SEGURIDAD DE VOZ	FACTOR DE INCOMPATIBILIDAD TECNOLÓGICA				TOTAL
	0-5	10-15	5-10	MÁS DE 20	
NO	36.84%	47.37%	10.53%	5.26%	94.74%
SI	0.00%	0.00%	5.26%	0.00%	5.26%
TOTAL	36.84%	47.37%	15.79%	0.00%	100%

Esto significa que las redes y las plataformas de telecomunicaciones destinadas (para realizar operaciones coordinadas) no poseen cifrado que garantice comunicaciones seguras. A esto se le suma el factor de incompatibilidad tecnológica.

En ese orden de ideas, si se prosigue con el análisis de las hipótesis contempladas al inicio del este capítulo, y para completar el análisis para la hipótesis H3, se evidencia un fenómeno crítico que no solo afectó la seguridad de la información, también se creó una divergencia en el comando y control de las operaciones. Tal situación evidencia en el alto grado de utilización de la red móvil celular, alrededor de 89.47%, para efectuar coordinaciones derivadas de los teatros de operaciones entre la FAC y PNC. Esto se aprecia en la Figura 5.

De acuerdo al análisis de resultados efectuado, mediante un proceso de validación de las hipótesis planteadas para esta investigación, se puede confirmar las hipótesis H1, H2 y H3. La razón, evidentemente hay una incompatibilidad de plataforma tecnológicas para efectuar operaciones con la Policía Nacional y baja satisfacción del cliente. Estos aspectos llevan dicho fenómeno a utilizar redes públicas y a elevar la matriz de riesgo de comunicaciones no cifradas.

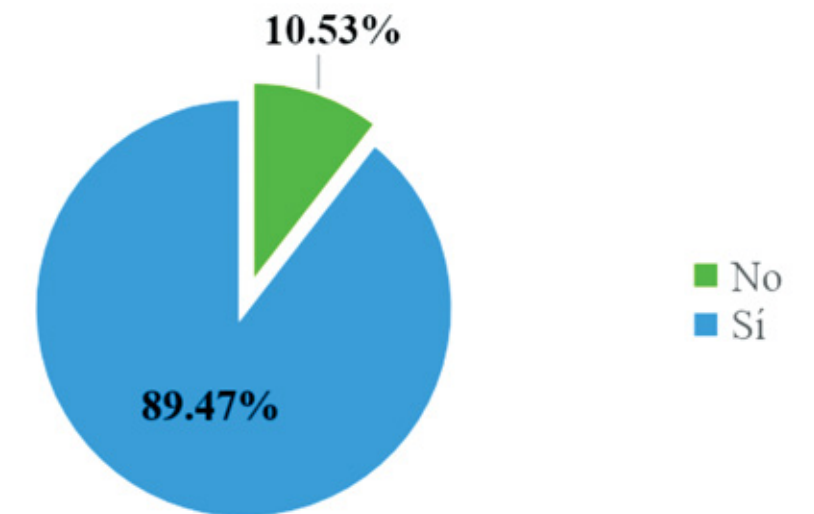


Figura 5. Porcentaje de utilización de redes públicas: red móvil celular y/o Internet.

ENTREVISTA

En este caso se ha utilizado la herramienta QDA Miner la cual tiene como objetivo “efectuar un análisis cualitativo de datos para codificar datos textuales” [21]. Se realiza los “patrones en la codificación y relaciones entre códigos asignados y otras propiedades numéricas o categoriales” de las entrevistas de expertos. Para tal análisis, se ejecutan dos procesos cognitivos cuantitativos: el primero, con la herramienta WordStat; el segundo, con códigos de análisis de correlación. En ambos casos se demanda la transcripción de las dos entrevistas.

Como se dijo anteriormente, el primer análisis implicó utilizar la herramienta WordStat, la cual: es un software de análisis cuantitativo de contenido y minería de texto. El cual permite analizar palabras y frases encontradas en documentos específicos o en segmentos de código seleccionados. WordStat puede realizar análisis descriptivo simple o explorar a detalle la relación entre palabras o categorías de

palabras y otras variables categoriales o numéricas [21].

De este modo, al efectuar un análisis mediante WordStart, obtenemos (para la transcripción de ambas entrevistas) que las cinco palabras con mayor coocurrencia fueron policía, VHF, operaciones, seguridad y comunicaciones.

Teniendo en cuenta el análisis gráfico proyectado por el software QDA bajo la herramienta WordStat (ver Figura 6), se puede observar unas fuerzas de vínculo entre las palabras que se encuentra correlacionadas. Estas fueron: policía, seguridad, radios, VHF, voz, operaciones y comunicaciones. Todas tienen más alta coincidencia y frecuencia entre las dos personas entrevistadas. En la figura de correlaciones se puede observar una fuerte reciprocidad puesto que al personal entrevistado se le plantearon las mismas preguntas de la encuesta de manera abierta. Ello con el fin de percibir desde su experiencia la problemática planteada.

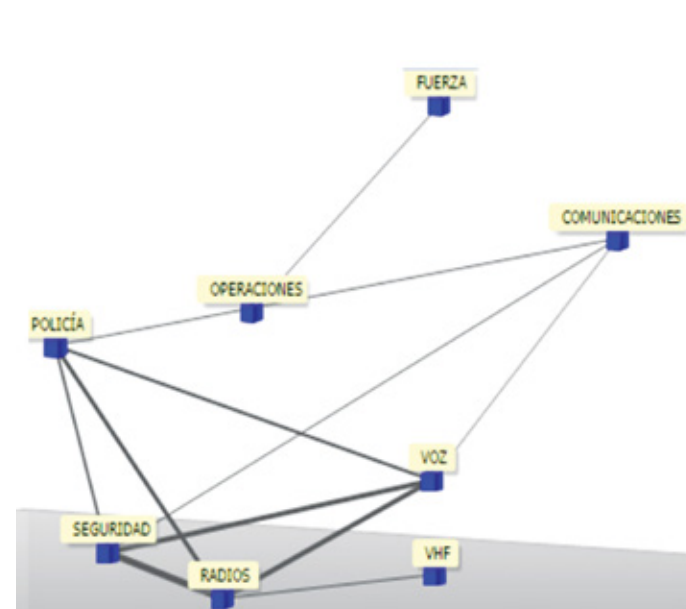


Figura 6. Enlaces de Co-relaciones entre las entrevistas con expertos [21].

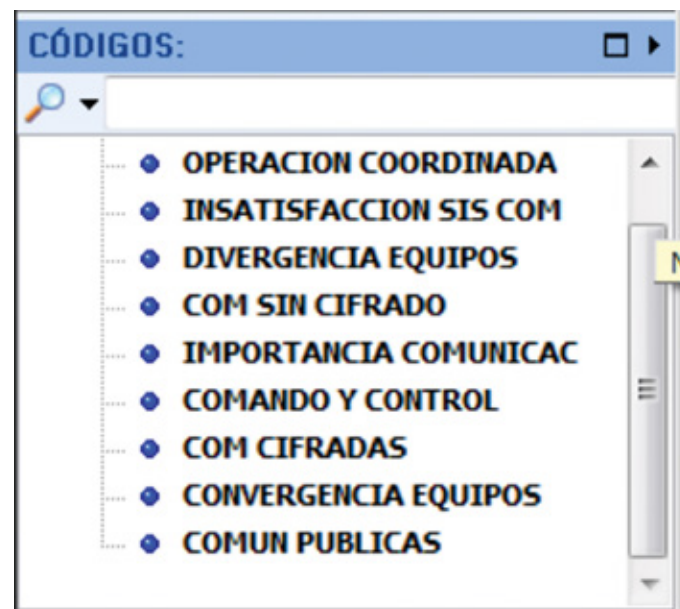


Figura 7. Códigos de análisis para la correlación [21].

Ahora, el segundo análisis con la herramienta QDA Miner, se realizó mediante una asignación de códigos que buscan una correlaciones de los textos para su respectivo análisis. En efecto, para tal fin y a priori se programa para evaluar las siguientes correlaciones.

Una vez efectuada la programación de los códigos más el empleo de la herramienta de frecuencia de codificación, se obtiene los siguientes resultados: en la codificación llamada "COM SIN CIFRADO" (la cual tiene como objetivo medir la carencia de encriptación en las plataformas, redes y los equipos de comunicaciones) se evidencia en un 18,2% la correlación existente en ambas entrevistas. Minería de datos que reafirma la H3 pues esta se está utilizando en medios de comunicaciones con carencias de cifrado sobre las plataformas, redes y los equipos de comunicaciones con los que cuenta la FAC y la Policía Nacional.

Hay que mencionar que la profundización llevada a cabo al código

"DIVERGENCIA EQUIPOS" permite evaluar la incompatibilidad entre las redes, plataformas y los equipos utilizados por la FAC. En este punto se observa una coocurrencias en un 18.2% en ambas entrevistas. Estudio que ratifica lo planteado en H2, porque con este análisis se corrobora la existencia de incompatibilidad, diversidad tecnológica y discrepancia tecnología para brindar un buen servicio de comunicaciones para las operaciones coordinadas.

Se debe agregar a este análisis de minería de datos la correlación obtenida en ambas entrevistas referente a la importancia de las comunicaciones tanto abordaje de las aeronaves como en el desarrollo de los teatros de operaciones de tipo coordinado. Ello se prueba en una coocurrencia de un 18.2%. Esta concluye sucintamente lo vital y esencial que son las comunicaciones para el planteamientos y desarrollo operacional, es decir, con valor agregado al cifrado de las comunicaciones como pilar fundamental.



Figura 8. Resultados distribución de palabras clave, minería de datos [21].

FORMULACIÓN DE LA ARQUITECTURA DEL MODELO PARA LA CONVERGENCIA

Como se acredita en el inventario tecnológico analizado durante el proceso investigativo (el cual goza de confidencialidad) se evidencia que el medio más común de telecomunicación para operar la FAC y PNC se encuentran en el espectro y la gestión de frecuencias aeronáuticas (VHF/AM). Ellas operan 118 a 137 MHz comunicaciones que claramente no son cifradas y, por ende, se utilizan para diferentes servicios aeronáuticos.

Hay que mencionar, que las aeronaves de ambas instituciones cuentan con los equipos de comunicaciones para operar en dicha banda de frecuencia, como también cuentan con una robusta red aeronáutica propia de las Fuerzas Militares para el comando y control del espacio aéreo colombiano.

Partiendo de este punto en común, se hace necesario que la FAC y PNC coordinadamente trabajen bajo las regulaciones radio de la UIT para comunicaciones militares aeronáuticas donde se establece el servicio aeronáutico móvil "off-route" (AM(OR)S). Este comprende la banda de 138-144 MHz. Entonces, dicha banda se emplea fundamentalmente para llevar a cabo movimientos militares rutinarios alejados de las misiones críticas o de combate. No obstante, estos canales no son de uso exclusivo militar, pues se comparten parte de esta banda con sistemas fijos de telefonía móvil, sistemas móviles marítimos o terrestres y comunicaciones espacio - tierra [22].

Considerando la utilización de este servicio aeronáutico, es evidente que se requiere el desarrollo de un medio criptográfico propio de las Fuerzas Militares (FF.MM) que permita realizar la codificación de la voz transmitida mediante la banda 138-144 MHz. De esta manera se garantiza, el fin de brindar una comunicación en modo seguro porque es imperativo que las comunicaciones sean, valga la redundancia, seguras, imprevisibles y encriptadas. Ello según sea necesario y robustas a la interferencia, grandes fuerzas electromagnéticas y atascos intencionales. También deben ser de una fiabilidad muy alta y tener una capacidad de supervivencia cuando partes de la infraestructura posiblemente se destruyan, entre otros. Todo esto ha llevado a las fuerzas armadas del mundo a desarrollar algo un poco más robusto que usar la arquitectura de comunicación VHF [23].

A pesar de esto, hay una situación que se debe analizar inicialmente, y es el tipo de transmisión de los equipos a bordo de las aeronaves pues hay que explorar bajo los ojos de la aviónica si hay una transmisión analógica o digital de los equipos VHF. Por lo general, los transceptores para esta banda de frecuencia se encuentran bajo el estándar ARINC 716-11, el cual define una arquitectura y una funcionalidad típicas del transmisor-receptor. Así como esta norma establece las características de un transceptor de comunicaciones VHF para la

instalación en todo tipo de aeronaves de transporte comercial, el transceptor VHF puede soportar comunicaciones de datos de 8,33 kHz AM o 25 kHz AM o ACARS (2400 bps). En vista de esto, se debe tener en cuenta para generar la encriptación de esta comunicación pues se hace necesario la conversión del servicio AM(OR)S para que se encuentre en modo análogo a una base nativa digital.

Una vez realizado el proceso de conversión a las señales de A/D, se debe generar un algoritmo de encriptación que permita el cifrado de la comunicación digital con el fin de ser transmitida por la plataforma tecnológica aeronáutica de la FF.MM. De hecho, durante el anterior proceso se debe realizar al interior de las aeronaves, por lo cual se requiere de un desarrollo tecnológico que permita no sólo hacer la conversión A/D, también la encriptación de la información y, a la vez, la transmisión por el hardware VHF instalado en la aeronave.

Una vez explorado el modelo de encriptación VHF abordaje, para el modelo de convergencia tecnológica, se ve la necesidad de la generación de un algoritmo criptográfico base que sea de propiedad de la FF.MM. Este marco teórico no se analizará en el presente proyecto de investigación dado que el nivel de complejidad corresponde a un desarrollo matemático de alta rigurosidad y análisis. Por lo tanto, puede ser abordado como un futuro proyecto de investigación. No obstante, el

tener un propio algoritmo de encriptación, aumenta significativamente los niveles privacidad/confidencialidad, autenticación, integridad, no repudio y, servicio fiabilidad y disponibilidad. Esto genera para el proceso de la toma de decisiones, confianza y asertividad en la comunicación transmitida y recibida (en el desarrollo de operaciones coordinadas) con la Policía Nacional.

Se debe agregar a este planteamiento, para que exista una convergencia en el modelo encriptación VHF abordado, que debe ser implementado el hardware (convertor A/D y módulo de encriptación) en las aeronaves FAC, como en las pertenecientes a la Policía Nacional. Todo con el fin de adoptar un único modelo único de integración. Ahora, se hace necesario el planteamiento de una política de estandarización por parte del Ministerio de Defensa y del Ministerio del Interior ya que la FF.MM pertenecen al primer ministerio y la Policía Nacional, al segundo.

Por lo que se refiere a la Figura 10, se observa el planteamiento del modelo básico de convergencia

para las operaciones coordinadas con Policía Nacional. Él está constituido por dos modelos *indoor* y *outdoor*. El primero se denomina *indoor* ya que es el modelo encriptación VHF abordado, el cual formula el diagrama de bloques del sistema VHF abordado donde la señal VHF/AM y tiene un tratamiento de la señal para ser convertida a digital. Posterior puede someterse a un proceso de encriptación; para luego ser transmitida mediante protocolo TCP/IP hacia la red VHF aeronáutica militar (VHF/ENCRY)³. El segundo es *outdoor*, donde se plantea como es el proceso de transmisión y recepción de la señal VHF/ENCRY. De manera que se transporte esta información mediante la red de defensa RIC, y se genere las debidas autenticaciones en los centros de comando y control (C3I2) de la FAC y/o PNC para la toma de sesiones. No obstante, en el proceso de autenticación en los C3I2 de la PNC se hace pertinente la adquisición de una plataforma bajo la tecnología VCS 3020X con el fin de realizar la gestión de estas telecomunicaciones.

³ VHF/ENCRY. Acrónimo creado por el autor, significa VHF aeronáutica militar.

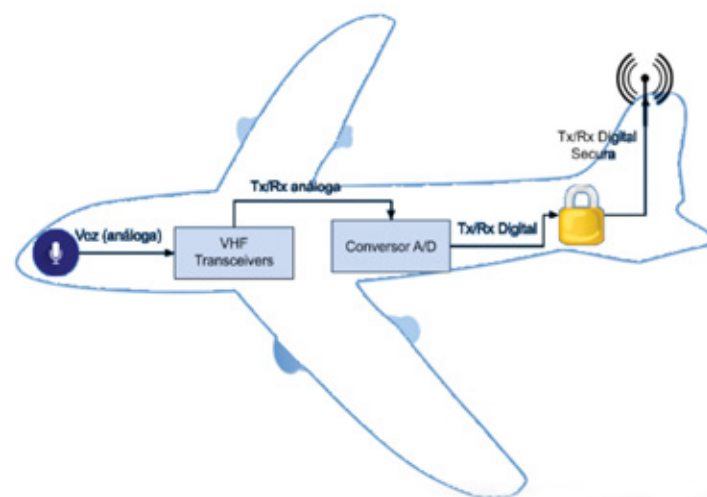


Figura 9. Modelo encriptación VHF abordado.

CONCLUSIONES

En primera instancia, en lo que respecta al análisis de convergencia explorado para esta investigación, donde se buscó una integración de las plataformas tecnológicas de comunicaciones entre la FAC y PNC (cuyo pilar fundamental se basó en examinar el proceso de convergencia tecnológica llevando a cabo en los sectores de las Tecnologías de la Información y la Comunicación) se pudo evidenciar que el modelo de convergencia para una futura implementación requiere de un dinámico fortalecimiento para los centros de desarrollos tecnológicos de I+D+i propios de las FF.MM que contribuyan a generar nuevas tecnologías para la toma de decisiones en el comando y control de las operaciones coordinadas. Así mismo, el Modelo básico de convergencia tecnológica para operaciones coordinadas con Policía Nacional se podrá exportar a otros escenarios como son: operaciones con entes descentralizados como la Cruz Roja, Defensa Civil, entre otros.

En segunda instancia, la revisión de los escenarios: legislativo, operativo e inventario tecnológico, fue la base para determinar el punto de sinergia existente entre los recursos y capacidades de ambas instituciones (FAC y PNC). Allí se encontró una ventaja competitiva colaborativa en pro de una integración de plataformas tecnológicas de comunicaciones existentes. Este análisis investigativo evidencia la existencia de un comportamiento común, lo que refiere a la toma de decisiones para el comando y control en el desarrollo de operaciones coordinadas. Ejemplo de ello sería la Policía Nacional, destacándose el uso masivo de la transmisión de voz y bajo consumo de servicios de datos. Partiendo de esta premisa, se observa un fenómeno interesante en los resultados de los instrumentos de medición donde se observa un elevado tráfico de transmisión de voz por canales no cifrados y/o públicos. Tal repercusión genera en esta práctica altos riesgos de interceptación.

En tercera instancia, para que el modelo *indoor*: encriptación VHF abordado sea convergente, debe apropiarse una política de estandarización por parte del Ministerio de Defensa y del Ministerio del Interior, ya que la FF.MM pertenecen al primer ministerio y la Policía Nacional al segundo. Como se demuestra en el análisis de inventario tecnológico, cada institución tiene diferentes redes de comunicaciones y solo una plataforma es común. Aquí, tras los hallazgos, el reto que plantea esta investigación radica, primero, en que el hardware debe ser implementado a todo nivel en las aeronaves FAC y Policía Nacional con el fin de adoptar un único modelo único de integración; segundo, utilizar las redes existentes para la transmisión de la voz de manera segura, en este caso el uso de la banda militar 138-144 MHz servicio aeronáutico móvil "off-route" AM(OR)S.

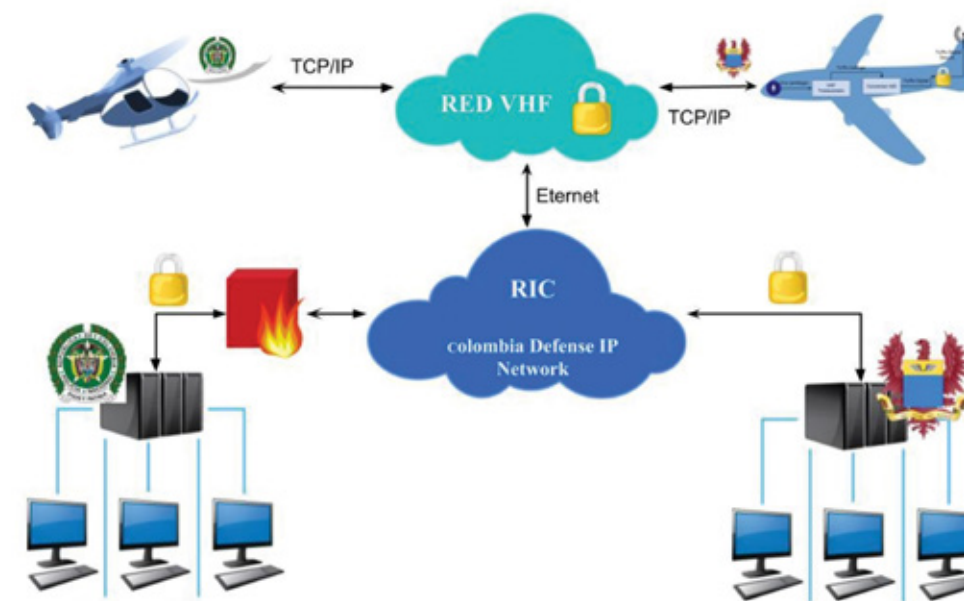


Figura 10. Modelo básico de convergencia tecnológica para operaciones coordinadas con Policía Nacional.

Encuarta instancia, con respecto al escenario legislativo, es pertinente el acercamiento ante la Agencia Nacional del Espectro para realizar convenios de cooperación donde se acuerde que dicha banda es de exclusividad de las FF.MM.

Así mismo, fortalecer los nexos con el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia, y la Agencia Nacional del Espectro porque en la normatividad colombiana no existe leyes en la cuales se protejan bandas de frecuencia para uso exclusivo de las FF. MM, como sucede en países como Estados Unidos. Situación que es compleja teniendo en cuenta que al momento de realizar algún tipo de desarrollo con antelación se debe verificar el uso del espectro, vista que según lo explorado para este proyecto de investigación todo el espectro en Colombia es comercializable. Dicho contexto abre un campo para futuros proyectos en la línea investigativa jurídica y regulatoria puesto

que se puede hacer una revisión sistémica de la normatividad que permitan plantear un modelo de recursos y capacidades colaborativos para el manejo de frecuencias de uso exclusivo de las FF.MM.

En quinta instancia, para los niveles de seguridad de la información es ineludible la creación de un algoritmo encriptación base propio de las FF.MM para todas las transmisiones de voz y datos en los diferentes teatros de operaciones, no solo para operaciones coordinadas FAC y PNC, también a nivel inter-agencial. Este postulado se formula para este proyecto, soportándose en el análisis realizado mediante la minería de datos, en la cual hay una correlación de un 18,2% obtenida en la entrevista con expertos, referente a la importancia de las telecomunicaciones a abordado de las aeronaves versus el desarrollo de los teatros de operaciones de tipo coordinado. Por consiguiente, esta coocurrencia concluye sucintamente lo vital y esencial que son las comunica-

ciones para el planteamiento y desarrollo operacional, con el valor agregado del cifrado de las comunicaciones como pilar fundamental. Así que la propuesta que se desea dejar abierta para los trabajos a futuros de investigación no solo es una formulación, sino también un desarrollo que fortalecería todos los ámbitos del sector defensa.

En última instancia, la convergencia e integración de redes no es solo basada en complejos sistemas de hardware y software, no. Aquí el reto se encuentra en la adopción de tecnologías para realizar operaciones coordinadas. Para ello, es muy asertivo lo dicho por Hernández, Jiménez, & Martina [24]: "La implementación de nuevos sistemas tecnológicos relacionados con la información es un hecho clave en la evolución de las empresas por ello, las compañías deben estar preparadas para gestionar los nuevos recursos de modo adecuado, afrontando convenientemente el reto de su adopción."

[En línea]. Available: https://www.i-scoop.eu/industry-4-0/#Horizontal_integration_in_Industry_4.0. [Último acceso: 4 Septiembre 2019].

[9] M. A. K. Bahrin, M. F. Othman, N. Azli y M. Talib, «Industry 4.0: A review on industrial automation and robotic,» *Jurnal Teknologi*, vol. 78, nº 6-13, pp. 137-143, 2016.

[10] K. Suri, A. Cuccuru, J. Cadavid, S. Gérard, W. Gaaloul y S. Tata, «Model-based Development of Modular Complex Systems for Accomplishing System Integration for Industry 4.0,» *MODELSWARD*, pp. 487-495, 2017.

[11] S. Vaidya, P. Ambad y S. Bhosle, «Industry 4.0—a glimpse,» *Procedia Manufacturing*, vol. 20, pp. 233-238, 2018.

[12] Oficina de Prensa Comando Aéreo de Combate No. 7, «En operación coordinada con la Policía Nacional se logra la desarticulación de la banda delincuencia "Planeta Amarillo". Fuerza Aérea Colombiana.,» 09 Octubre 2015. [En línea]. Available: <https://www.fac.mil.co/en-operaci%C3%B3n-coordinada-con-la-polic%C3%ADa-nacional-se-logra-la-desarticulaci%C3%B3n-de-la-banda-0..>

[13] Oficina de Prensa Comando Conjunto del Suroccidente, «Operación sin precedentes contra la minería criminal en Colombia, primera de esta naturaleza en el Sur occidente y pacífico colombiano. Fuerza Aérea Colombiana.,» 09 Marzo 2015. [En línea]. Available: <https://www.fac.mil.co/operaci%C3%B3n-sin-precedentes-contra-la-miner%C3%ADa-cri>. [Último acceso: 2015].

[14] A. Aldana y A. Vallejo, «Telecommunications, Convergence and Regulation,» *Revista de economía institucional*, vol. 12, nº 23, pp. 165-197, 2010.

[15] F. Valbuena de la Fuente, *Teoría general de la Información*, Noesis, 1997.

[16] E. Vico, «La Teoría de la Información ante las nuevas tecnologías de la comunicación,» *Cuadernos de Información y Comunicación*, vol. 16, 2011.

[17] D. Gracia, L. Ariño y C. Blanco, «Adopción de servicios públicos online: un análisis a través de la integración de los modelos TAM y TPB1,» *Revista Europea de Dirección y Econo-*

mía de la Empresa, vol. 20, nº 4, p. 41, 2011.

[18] J. López, P. Martínez y P. Riveros, «La diversificación desde la Teoría de Recursos y Capacidades.,» *Cuadernos de estudios empresariales*, nº 14, pp. 87-104, 2004.

[19] R. Hernández, C. Fernández y M. Baptista, *Metodología de la Investigación*, México: McGraw-Hill, 2010.

[20] M. Vásquez, R., «Encuesta del Proyecto de Investigación: "Modelo de convergencia e integración de servicios de telecomunicaciones de la Fuerza Aérea Colombiana para apoyar operaciones coordinadas: Caso Policía Nacional",» 2017 Abril 2017. [En línea]. Available: <https://docs.google.com/forms/d/1SMh-Moaln5wPwXfwUcXOYDt175J5Sp5pi1bomw6c/>.

[21] Provalis Research, «QDA Miner, Software para Análisis Cualitativo de Datos, Guía del usuario,» 2004. [En línea]. Available: <https://provalisresearch.com/Documents/QDAMiner32ES.pdf>.

[22] Grupo de Nuevas Actividades Profesionales, «Elementos Técnicos para la Gestión de Frecuencias en Espacios Complejos: Entornos Aeronáuticos,» *Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación*, Madrid, 2002.

[23] D. Stacey, *Aeronautical Radio Communication Systems and Networks*, Chichester: Wiley, 2008.

[24] B. Hernández, J. Jiménez y M. Martina, «Adoption Of Technologies: An Analysis Of The Telecommunication Sector Adopción De Tecnologías: Un Análisis Del Sector De Telecomunicaciones.,» 2006. [En línea]. Available: http://www.marketing-trends-congress.com/sites/default/files/papers/2006/2006_fr_Hernandez%20_Jimenez_Martin.pdf. [Último acceso: 2015].

[25] T. Pérez, D. Vela y H. Gómez, «Análisis general de la convergencia tecnológica de las telecomunicaciones y su futuro en el Ecuador,» de *Jornadas de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (FIEE)*, 2007.

[26] A. Mejía, F., «Redes convergentes,» *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, vol. 14, nº 1, p. 15, 2004.

[27] A. Tanenbaum, *Redes de computadoras*, Mexico: Pearson Educació, 2003.

REFERENCIAS

[1] Redaccion El Tiempo, «Una sola llamada desde su satelital traicionó a Reyes,» *El Tiempo*, 2 Marzo 2008.

[2] J. M. M. Fariñas, «Telecomunicaciones militares estratégicas de mando y control,» *Bit*, vol. 183, pp. 29-33, 2010.

[3] Fuerza Aérea Colombiana, *Manual de Doctrina Básica Aérea y Espacial*, Bogota D.C: Fuerza Aérea Colombiana, 2013.

[4] Centro de Doctrina del Ejército, *Manual Fundamental del Ejército 3-05, Operaciones especiales*, Ejército Nacional, 2016.

[5] Escuela Superior de Guerra, «El trabajo conjunto, coordinado e interagencial es una necesidad

para finalizar la guerra y llegar a la victoria militar": Jefe de Operaciones Conjuntas en cátedra Colombia.,» 09 Enero 2018. [En línea]. Available: <http://www.esdegue.mil.co/node/593>.

[6] T. Pérez, H. Gómez, M y D. Vela, P, «Análisis General de la Convergencia Tecnológica de las Telecomunicaciones y su Futuro en el Ecuador,» *Escuela Politécnica Nacional*, p. 11, 2007.

[7] P. Viegas, «Air & Space Power Journal,» 17 Julio 2001. [En línea]. Available: <http://www.airpower.maxwell.af.mil/apjinternational/apj-s/2trimes01/nunes.htm>. [Último acceso: 2015].


[8] i-SCOOP, «Industry 4.0: the fourth industrial revolution – guide to Industrie 4.0,» 24 Febrero 2017.

Management and Strategy

Fabio Baquero Valdés

Escuela Superior de Guerra "General Rafael Reyes Prieto"

Air Superiority in the Geostrategic Context of the Colombian State*

 OPEN ACCESS

CIENCIA Y PODER AÉREO

ISSN 1909-7050 / E-ISSN 2389-2468 / Volumen 14 (1)

Enero-Junio de 2019/ Colombia/ Pp. 66-88

Citación: Baquero, F., (2019). La Superioridad Aérea en el contexto geoestratégico del Estado colombiano. *Ciencia y Poder Aéreo*, 14 (1), 66-88. Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.623>

Fabio Baquero Valdés

Coronel de la Reserva de la Fuerza Aérea Colombiana, Profesional en Administración Aeronáutica - Diplomado en Estado Mayor, Especialista en Seguridad y Defensa Nacional - Gerencia Estratégica de Costos y Gestión Empresarial - Control Interno Auditor Líder Normas ISO 9001:2008 - NTCGP 1000, Especialista en Docencia Universitaria - Par Académico del CNA en programas de Educación Superior y Magister en Educación. Docente de cátedra Escuela Superior de Guerra "General Rafael Reyes Prieto" Estado Mayor Aéreo, Estrategia Militar General, Arte y Diseño Operacional Conjunto. crifabiob@gmail.com

CvLAC: http://scienti.colciencias.gov.co:8081/cvllac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000041140

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5509-322X>

Índice H: 1 en Google Scholar

Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.623>

* Article of reflection taken from the research project entitled: "The Importance of Air Superiority for the Colombian State in the 21st Century" (2018), of the research group "Masa Crítica (Critical Mass)" of the Escuela Superior de Guerra General "Rafael Reyes Prieto" under the research line: Strategy, Geopolitics and Hemispheric Security.

ABSTRACT

This article of reflection is the result of a research project related to the importance of Air Superiority and its contribution to the purposes of the Colombian State in the 21st century. This academic contribution elaborated under the documentary analysis methodology proposes a geostrategic view of air superiority which is politically linked through air power as a value within the national interest. The purpose of this research, is to show how air superiority is understood beyond a military capacity, since this condition acquires a geostrategic dimension, by the spectrum of action in the air, space and cyberspace domains of

national interest. Similarly, how air superiority creates links between strategic military problems through air power with geographical factors and resources linked to the geopolitical objectives of the Nation. The above implies comprehensive planning, where the allocation of appropriate means allows achieving national goals and ensuring assets of military or political importance. Resulting in the utility of observing in an integral way the geostrategic context of the Colombian State, in relation to the national geopolitical interest and the need to reach a real condition of Air Superiority as part of the National strategic value.

KEY WORDS:

Air Superiority, Geostrategy, Air Power, Strategy, Geopolitics, National Interests.

Gestão e Estratégia

Fabio Baquero Valdés

Escuela Superior de Guerra "General Rafael Reyes Prieto"

A superioridade aérea no contexto geoestratégico do Estado colombiano*

 OPEN ACCESS

CIENCIA Y PODER AÉREO

ISSN 1909-7050 / E-ISSN 2389-2468 / Volumen 14 (1)

Enero-Junio de 2019/ Colombia/ Pp. 66-88

Citación: Baquero, F., (2019). La Superioridad Aérea en el contexto geoestratégico del Estado colombiano. *Ciencia y Poder Aéreo*, 14 (1), 66-88. Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.623>

Fabio Baquero Valdés

Coronel de la Reserva de la Fuerza Aérea Colombiana, Profesional en Administración Aeronáutica - Diplomado en Estado Mayor, Especialista en Seguridad y Defensa Nacional - Gerencia Estratégica de Costos y Gestión Empresarial - Control Interno Auditor Líder Normas ISO 9001:2008 - NTCGP 1000, Especialista en Docencia Universitaria - Par Académico del CNA en programas de Educación Superior y Magister en Educación. Docente de cátedra Escuela Superior de Guerra "General Rafael Reyes Prieto" Estado Mayor Aéreo, Estrategia Militar General, Arte y Diseño Operacional Conjunto. crifabiob@gmail.com

CvLAC: http://scienti.colciencias.gov.co:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000041140

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5509-322X>

Índice H: 1 en Google Scholar

Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.623>

* Artigo de reflexão resultante do projeto de pesquisa intitulado: "A importância da superioridade aérea para o Estado colombiano no século XXI" (2018), do grupo de pesquisa "Massa crítica" da Escola Superior de Guerra, Geral "Rafael Reyes Prieto" sob a linha de pesquisa: Estratégia, Geopolítica e Segurança Hemisférica.

RESUMO

Este artigo de reflexão, é o resultado de um projeto de pesquisa relacionado à importância da superioridade aérea e sua contribuição para os propósitos do Estado colombiano no século XXI. Essa contribuição acadêmica, elaborada sob a metodologia de análise documental, apresenta uma visão geoestratégica da superioridade aérea, politicamente ligada ao poder aéreo como valor dentro do interesse nacional. Para alcançar esse objetivo de pesquisa, é evidente como a superioridade aérea é entendida além da capacidade militar, uma vez que essa condição adquire uma dimensão geoestratégica, pelo espectro de ação nos domínios aéreo, espacial e ciberespaço de interesse nacional. Da

mesma forma, como a superioridade aérea cria ligações entre problemas militares estratégicos por meio do poder aéreo com fatores e recursos geográficos vinculados aos objetivos geopolíticos da nação. O exposto acima implica um planejamento abrangente, onde a alocação de meios apropriados permite alcançar objetivos nacionais e garantir ativos de importância militar ou política. Deixando como resultado, a utilidade de observar de forma integral o contexto geoestratégico do Estado colombiano, em relação ao interesse geopolítico nacional e a necessidade de alcançar uma condição real de Superioridade Aérea como parte do valor estratégico nacional.

PALAVRAS-CHAVE:


superioridade aérea, geoestratégia, poder aéreo, estratégia, geopolítica, interesses nacionais.

Sección Gestión y Estrategia

Fabio Baquero Valdés

Escuela Superior de Guerra "General Rafael Reyes Prieto"

La Superioridad Aérea en el contexto geoestratégico del Estado colombiano*

 OPEN ACCESS

CIENCIA Y PODER AÉREO

ISSN 1909-7050 / E-ISSN 2389-2468 / Volumen 14 (1)

Enero-Junio de 2019/ Colombia/ Pp. 66-88

Citación: Baquero, F., (2019). La Superioridad Aérea en el contexto geoestratégico del Estado colombiano. *Ciencia y Poder Aéreo*, 14 (1), 66-88. Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.623>

Fabio Baquero Valdés

Coronel de la Reserva de la Fuerza Aérea Colombiana, Profesional en Administración Aeronáutica - Diplomado en Estado Mayor, Especialista en Seguridad y Defensa Nacional - Gerencia Estratégica de Costos y Gestión Empresarial - Control Interno Auditor Líder Normas ISO 9001:2008 - NTCGP 1000, Especialista en Docencia Universitaria - Par Académico del CNA en programas de Educación Superior y Magíster en Educación. Docente de cátedra Escuela Superior de Guerra "General Rafael Reyes Prieto" Estado Mayor Aéreo, Estrategia Militar General, Arte y Diseño Operacional Conjunto. crlfabio@gmail.com

CvLAC: http://scienti.colciencias.gov.co:8081/cvllac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000041140

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5509-322X>

Índice H: 1 en Google Scholar

Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.623>

* Artículo de reflexión resultado del proyecto de investigación denominado: "La importancia de la Superioridad Aérea para el Estado colombiano en el siglo XXI" (2018), del Grupo de investigación "Masa Crítica" de la Escuela Superior de Guerra General "Rafael Reyes Prieto" bajo la línea de investigación: Estrategia, Geopolítica y Seguridad Hemisférica.

RESUMEN

El presente artículo de reflexión es resultado de un proyecto de investigación relacionado con la importancia de la Superioridad Aérea y su contribución a los fines del Estado colombiano en el siglo XXI. El aporte académico elaborado bajo la metodología de análisis documental, plantea una mirada geoestratégica de la superioridad aérea la que políticamente se vincula a través del poder aéreo como valor dentro del interés nacional. El propósito de esta investigación, es evidenciar cómo la superioridad aérea es entendida más allá que una capacidad militar, puesto que esta condición adquiere una dimensión geoestratégica, por el espectro de actuación en los dominios del aire, el espacio y el ciberespacio del interés nacio-

nal. De igual forma, cómo la superioridad aérea genera vínculos entre los problemas estratégicos militares por conducto del poder aéreo con factores geográficos y recursos vinculados a los objetivos geopolíticos de la Nación. Lo anterior, implica un planeamiento comprensivo, en donde la asignación de medios apropiados permite alcanzar las metas nacionales y asegurar activos de importancia militar o política. Dejando como resultado, la utilidad de observar de manera integral el contexto geoestratégico del Estado Colombiano, en relación con el interés geopolítico nacional y la necesidad de alcanzar una condición real de Superioridad Aérea como parte del valor estratégico Nacional.

PALABRAS CLAVE:

superioridad aérea, geoestrategia, poder aéreo, estrategia, geopolítica, intereses nacional.



Los textos publicados en esta revista están sujetos –si no se indica lo contrario– a una licencia de Reconocimiento 4.0 Internacional de Creative Commons. La licencia completa se puede consultar en https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es_ES.

Aprobado evaluador interno: 15/08/2019

Aprobado evaluadores externos: 02/09/2019

“Si perdemos la guerra del aire, perdemos la guerra, y la perderemos rápidamente”
Mariscal de Campo Bernard Montgomery

“La geoestrategia es la gestión estratégica de los intereses geopolíticos”
Zbigniew Brzezinski, 1998



INTRODUCCIÓN

Para dar respuesta al planteamiento problemático de ¿Cómo la Superioridad Aérea contribuye a los fines del Estado colombiano en el siglo XXI? el objetivo general del proyecto de investigación está enfocado sobre la necesidad de definir la importancia e impacto que genera la Superioridad Aérea para el Estado colombiano. Ahora bien, para el logro de este objetivo se trazaron objetivos específicos relacionados para identificar las características conceptuales de la Superioridad Aérea pertinentes a ser aplicadas a la realidad del Estado colombiano, analizar las necesidades multidimensionales del Estado colombiano para desarrollar una Superioridad Aérea durante el siglo XXI y caracterizar las ventajas que conlleva para el Estado colombiano desarrollar y mantener una Superioridad Aérea.

De esta manera, el artículo de reflexión derivado de esta investigación está enfocado en analizar la relación de la Superioridad Aérea, a partir de la doctrina del Poder Aéreo como una condición de multi-dominio en el logro de objetivos estratégicos militares en la campaña aérea. Asimismo, reflexionar sobre la necesidad estratégica en la preservación de los intereses nacionales a través de vincular la Superioridad Aérea con la geoestrategia para ser aplicada a la realidad del Estado colombiano.

Para tal efecto, en la primera parte se presenta una conceptualización sobre las raíces doctrinarias de la Superioridad Aérea, a partir del amplio concepto del Poder Aéreo como un objetivo estratégico para garantizar la seguridad y la defensa de la Nación. De igual forma, la

importancia que tiene alcanzar y mantener la Superioridad Aérea en el Estado colombiano.

Acto seguido, se plantea como un contexto geoestratégico que permite relacionar los factores geográficos y recursos de la Nación, con los objetivos geopolíticos y metas nacionales para asegurar los activos de importancia militar o política en el marco del interés público, resaltando su importancia en el fortalecimiento estatal futuro, así como en la supervivencia del mismo.

Finalmente, se consolida la evidente relación entre el interés geoestratégico nacional con la necesidad de alcanzar una condición real de Superioridad Aérea como parte de las capacidades estratégicas de Nación.

1. LA SUPERIORIDAD AÉREA A PARTIR DEL PODER AÉREO Y ESPACIAL

La Superioridad Aérea se relaciona con el Poder Aéreo no sólo desde sus raíces doctrinarias, lo hace también, desde el gran espectro que vincula estos dos conceptos como “las acciones propias y ajenas que se desarrollan en el aire y que incluyen: el espacio, el ciberespacio y el espectro electromagnético” (Fuerza Aérea Colombiana, 2013, p. 83).

Este vínculo conceptual, se aproxima con el surgimiento de la aviación a finales del siglo XIX y su empleo con fines militares en el desarrollo de la Primera Guerra Mundial, dando origen a muchos factores que contribuyeron al surgimiento de teorías sobre el Poder Aéreo (Rosales, 2005). Por ejemplo, el pensamiento del General Italiano Giulio Douhet, quien en 1909 y todavía en un ambiente inicial de la aviación planteó lo siguiente:

En la actualidad tenemos plena conciencia de la importancia del dominio del mar; no menos importante será, dentro de poco, la conquista del dominio aéreo, porque solo poseyendo

el dominio del aire, y únicamente entonces, podremos usufructuar las ventajas que se deducen en la frase “desde lo alto se ve bien y se hace blanco fácilmente”, ventajas de las cuales no podremos gozar sus beneficios plenamente hasta que no hallamos obligado al enemigo a permanecer en la superficie (Douhet, 1909 en Rosales, 2005, p. 36).

Décadas posteriores, Williams Mitchell plantea la necesidad de incrementar el Poder Aéreo mediante la creación de una aviación más poderosa. Para ese tiempo, en Alemania se insistía en la necesidad de establecer la capacidad de Superioridad Aérea para garantizar el éxito de las fuerzas terrestres y marítimas (Rosales, 2005, p. 36).

La relación inicial de estos dos conceptos traslada su importancia al presente, dando paso a una cuarta dimensión “**la Espacial**” como consecuencia del desarrollo aeronáutico y estrechamente vinculado a la capacidad tecnológica del Estado. Tal como lo

menciona John Collins, citado por A. y H. Toffler en su obra “Las guerras del futuro”, el espacio circunsterrestre que comprende la tierra hasta una altura aproximada de ochenta mil kilómetros, motivo por el cual argumenta que esa nueva dimensión será la clave de la dominación futura. Collins, califica de anticuados los conceptos de Mackinder y elabora a partir de éste pensador la siguiente analogía:

- Quien controla el espacio circunsterrestre, domina el planeta tierra.
- Quien controla la luna, domina el espacio circunsterrestre.
- Quien domina L-4 y L-5¹, domina el sistema Tierra-Luna.

De esta manera, surge un nuevo concepto “**el Poder Espacial**” dimensión que vincula los avances tecnológicos de efectos geopolíticos insospechados (Rosales, 2005, p. 36).

¹ L-4 y L-5 son lugares del espacio donde la atracción gravitatoria de la tierra y la luna resultan exactamente iguales (Toffler).

No obstante, la conquista de la tercera dimensión condujo a la renovación de conceptos políticos, estratégicos y tácticos alrededor de la guerra y de las operaciones militares. De tal forma, que las nuevas concepciones sobre el Poder Aéreo, se constituyeron en el instrumento apropiado para obtener los beneficios que ofrece el dominio de esta dimensión, acorde con (Lombo, 2002).

Sin embargo, la rápida evolución tecnológica dejó atrás las antiguas definiciones y reglas de empleo, incluso las más recientes. Al punto que su propia denominación resulta hoy impropia, por lo que en realidad, debería de hablarse del Poder Aeroespacial, aunque lo más común es utilizar todavía el término Poder Aéreo (Lombo, 2002, p. 233).

De esta forma, se entiende que es a través del Poder Aéreo que se alcanzan objetivos de valor estratégico en una campaña aérea. De ahí, que su empleo más eficaz es la acción estratégica: "la que permite quebrantar la cohesión del enemigo, anular o reducir su capacidad de combate y quebrar su resistencia. Por tal razón, más que a destruir objetivos militares, el Poder Aéreo debe aplicarse contra los intereses vitales del adversario" (Lombo, 2002, p. 234).

El Poder Aéreo, es igualmente un concepto clave en el que concurren aspectos políticos, estratégicos y operativos de una campaña militar "la selección de objetivos". Se trata entonces de determinar los objetivos físicos cuya destrucción o neutralización puede determinar la consecución de los objeti-

vos de cada fase de la campaña, así como la secuencia y ritmo de los ataques. Estas consideraciones permiten entender la interacción entre el conductor político con el conductor militar en ambientes estratégicos, en razón a:

... la flexibilidad del Poder Aéreo ofrece al mando político un instrumento ideal para enfrentar situaciones de incertidumbre o peligro, ya que su capacidad de control sobre la acción aérea es absoluta, toda vez que ésta puede ser activada, detenida, intensificada, ralentizada o reorientada a distintos blancos de manera casi instantánea, hasta el momento mismo de lanzar el armamento y a la vista de lo que está pasando en tiempo real (Lombo, 2002, p. 234).

El Poder Aéreo de igual modo facilita al conductor político:

Aplicar en todo momento criterios de proporcionalidad en función de consideraciones políticas, ordenando o no el ataque a determinado tipo de blancos, limitando el uso de algún armamento o acciones, o imponiendo «reglas de enganche» que determinan normas y limitaciones de empleo, incluyendo el comportamiento de los comandantes, e incluso de los pilotos, ante determinadas amenazas, riesgos propios o de daños colaterales, o ante cualquier situación de incertidumbre (Lombo, 2002, p. 235).

Sin embargo, sintetizar el concepto de Poder Aéreo en una sola definición no es nada fácil, toda vez que no existe un pleno consenso a este respecto. Si bien su importancia es innegable, dada su magnitud y su misma preponderancia en el ambiente donde se mueve su estudio, es difícil seguir un solo camino por esa misma razón. Este concepto ha sido tratado desde el mundo técnico, geográfico, político y lógico (Gray, 2012, p.7). No obstante, algunas definiciones plantean diferentes espectros como las siguientes:

La capacidad de hacer algo en el aire. Consiste en transportar todo tipo de cosas por aviones de un lugar a otro, y como el aire cubre el mundo entero no hay lugar que sea inmune a la influencia de los aviones (Gray, 2012, p. 8).

De manera general, el Poder Aéreo y Espacial es un conjunto de capacidades aéreas y espaciales, así como la voluntad de emplearlas, con el objetivo de brindar la Seguridad y Defensa de la Nación. El Poder Aéreo y Espacial involucra la aplicación de medios e infraestructura aérea y espacial para el logro de los objetivos impuestos por el nivel más alto de la política nacional, dicho Poder actúa de manera autónoma o en concierto con los demás poderes militares: Terrestre y Naval (Fuerza Aérea Colombiana, 2013, p. 60).

Es así como el Poder Aéreo, no sólo se constituye en razón a los medios aéreos asignados a una Fuerza Aérea o a las Fuerzas Terrestres o Navales, por el contrario, este incluye todas las capacidades aéreas y espaciales del Estado; lo que encierra en determinadas circunstancias, las capacidades de la aviación civil, la industria aeronáutica, así como las capacidades adicionales desarrolladas por sectores públicos o privados. Razón por la cual, el Poder Aéreo, no sólo está compuesto por sistemas de armas, sino que son parte esencial del mismo el personal que los emplea, la estructura de mando y control, la infraestructura desde la que opera y el sistema logístico que lo mantiene en estado operativo.

En consecuencia, el Poder Aéreo no sólo se refiere a aviones o las herramientas físicas, también lo hace respecto a "ingredientes menos tangibles, pero igualmente



importantes en su eficacia, representado en la doctrina del empleo, los conceptos de operaciones, la capacitación, las tácticas, la competencia, el liderazgo, la adaptabilidad y la experiencia práctica" (Lambeth, 2000, p. 117).

Los anteriores argumentos permiten comprender la importancia del Poder Aéreo en la construcción del Estado y su fortalecimiento; así como en el debilitamiento del contrario. Razón por la cual algunos líderes del mundo "han utilizado incuestionablemente el Poder Aéreo como medio para emplear el instrumento militar del poder nacional" (Krause, 2015, p. 42).

De esta manera y descrito el amplio concepto y alcance estratégico del Poder Aéreo, es claro el estar limitado frente a la acción del oponente, en particular de su Poder Aéreo. El libre empleo del mismo exige conseguir la "Supremacía Aérea" (capacidad de operar libremente en todo momento, que obliga la anulación de la amenaza aérea y antiaérea contraria), o al menos la "Superioridad Aérea" (capacidad de operar libremente en un momento y lugar determinados, en los que hay que contrarrestar dicha amenaza) acorde con (Lombo, 2002, p. 235). De ahí la importancia de entender el alcance de la Superioridad Aérea,



en función de la preservación de los intereses nacionales y como un objetivo estratégico para garantizar la seguridad y la defensa de la Nación, es así como:

El concepto de Superioridad Aérea, que aparece como una situación táctica, adquiere una indudable dimensión estratégica sí, mucho antes del conflicto, se ha optado por configurar un Poder Aéreo superior tecnológica y operativamente al de los posibles adversarios. Una decisión estratégica que garantiza al país o coalición que la lleva a cabo una capacidad política y una libertad de acción tanto mayor cuanto mayor sea dicha superioridad, al permitirle disponer de un instru-

mento para responder de manera rápida y flexible a un amplio abanico de tareas, desde las acciones humanitarias hasta las operaciones ofensivas de largo alcance. Durante la paz, mediante el apoyo a la política exterior en misiones de paz o desastres, y en crisis o guerra, mediante acciones aéreas para mantener los intereses del país o coalición e imponer la paz (Lombo, 2002, p. 235).

Sumado a lo anterior, otra definición completa de Superioridad Aérea planteada por el Mayor Frederick L. "Fritz" Baier, USAF en su artículo "Cincuenta Preguntas que Todo Aviador Puede Contestar" facilita entender su real alcance y dimensión:

La Superioridad Aérea es un estándar relativo de libertad de acción que describe la capacidad de conducir operaciones aéreas contra un adversario sin que las fuerzas del adversario opongan obstáculos insuperables a nuestras acciones. La Superioridad Aérea es una escala deslizante basada en medidas objetivas y factores subjetivos; su presencia o ausencia está determinada por el criterio y experiencia del comandante apropiado, a menudo suplementada por recomendaciones de sus oficiales o subordinados. La historia nos indica que en última instancia la Superioridad Aérea proporciona mucho

más que la simple libertad de operación a las fuerzas aeroespaciales. Proporciona a la totalidad de la fuerza conjunta la condición de estar libres de ataques, la libertad de maniobra y la libertad de atacar. (Baier, 2005).

Otro concepto de Superioridad Aérea, es el referido por la OTAN en su glosario de definiciones, así:

... Ese grado de dominio en una batalla aérea en el cual una de las fuerzas controla una determinada zona de tal manera que permite operaciones en la tierra, mar y aire sin ningún tipo de interferencia por parte de la fuerza enemiga.

La Superioridad Aérea es el segundo de los tres grados de control que estipula la OTAN; el más favorable es la Supremacía aérea, caracterizado por la privación del acceso al aire al enemigo. Por oposición, el estado de *igualdad aérea* es el nivel más bajo de control, en el cual únicamente se domina la zona controlada por los efectivos del ejército propio (OTAN, 2008, p. 11).

Sin embargo, el pensar en Supremacía Aérea tiene valor sólo si cuenta con el apoyo político para ser utilizada en su máxima expresión. En razón que la aplicación del Poder Aéreo trae efectos negativos para los intransigentes

o detractores de su empleo, o de quienes lo limitan, perdiendo sentido el control del aire.

Es así como la Superioridad Aérea introduce nuevamente el concepto de la batalla decisiva de contraataque. Porque, una fuerza aérea que se lance directamente hasta el centro del territorio del adversario, sin tener en cuenta el poder de la aviación de éste y sus instalaciones, invita a una catástrofe. Por lo tanto, el postulado que la superioridad de la aviación es necesaria pero insuficiente para lograr la victoria, permanece vigente. No obstante, el primer paso esencial.

En este mismo orden de ideas, es procedente referir el estudio prospectivo de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos (USAF) que estuvo enfocado en encontrar alternativas de desarrollo y adquisición con las que se debe asegurar la superioridad aérea de los EE. UU. hasta el 2030 y más allá.

Un criterio de la investigación estuvo soportado sobre el siguiente argumento: "la Superioridad Aérea, debe ser considerada

como una condición y no como una mera capacidad, por lo cual habrá que proponer soluciones multi-dominio (Tierra, Mar, Aire, Espacio e Información) desarrolladas a través de un proceso de adquisición más dinámico". Argumento planteado por el Teniente General Mike Holmes, Segundo Jefe del Estado Mayor de la USAF para planes Estratégicos y Requisitos (U.S. Air Force, 2016).

En pocas palabras, si el conductor político para fortalecer la capacidad política, coincide con el estrategia militar en la importancia de la Superioridad Aérea como un instrumento vinculante para responder de manera rápida y flexible a un amplio abanico de tareas en función del interés nacional. De igual manera, lograr la condición de la Superioridad Aérea se convierte en un imperativo; toda vez, que a través de ella se alcanzan no sólo objetivos militares de orden estratégico, también resultados para los fines deseados por el Estado. Asimismo, se entenderá, el valor que representa la Superioridad Aérea para la seguridad y defensa de los intereses nacionales.

2. CONTEXTO GEOESTRATÉGICO DEL ESTADO COLOMBIANO

Al relacionar antecedentes históricos y geopolíticos de Colombia frente a diversas posturas adoptadas por el Estado en materia de política exterior, se pueden dilucidar algunas de las características que orientan el interés geopolítico colombiano, y a la vez que algunos de los factores que inciden en una concepción geoestratégica nacional.

Para este propósito, es importante definir en primera instancia el concepto de geoestrategia el que en términos generales es considerado como "una rama de la Geopolítica que estudia y relaciona los problemas estratégicos militares con los factores geográficos y los recursos de un país frente a sus objetivos geopolíticos". De igual forma, "implica el planeamiento comprensivo, asignando los medios para alcanzar metas nacionales o asegurar activos de importancia militar o política" (Ortega, 2013, pp. 48-63).

En este mismo sentido, (Saavedra, 2015) el ex canciller y politólogo boliviano, define la geoestrategia como "la parte de la geopolítica que orienta y planifica la orientación geográfica de la política exterior e interior de un Estado". Según (Saavedra) la Geoestrategia permite combinar la estrategia con el estudio de la superficie del suelo y sus características particulares en cada región.

De otra parte, Zbigniew Brzezinski, ex-consejero de Seguridad Nacional de la Presidencia de los Estados Unidos (1977-1998) y asesor del Centro de Estudios Estratégicos e Internacionales de la Universidad de Johns Hopkins, y autor de la obra "El Gran Tablero Mundial" la Geoestrategia es la "gestión estratégica de los intereses geopolíticos" (Brzezinski, 1998, p. 49).

Ahora bien, en cuanto al interés geopolítico del Estado colombiano (Esquivel, 2015) argumenta como este surge desde la época del Virreinato de la Nueva Granada (1717), estructurado sobre la base de tres líneas de comunicación que aseguraban el ejercicio del poder español: 1) remontando los ríos Orinoco y Meta; 2) remontando el río de La Magdalena y 3) la ruta Quito-Popayán. Estas tres líneas de comunicación convergían hacia Bogotá, convirtiendo a la capital en la defensa de los territorios aledaños. De esta manera, surgió un primer sentido geopolítico relacionado con la creación de la Gran Colombia, al mismo tiempo, fue base para la concentración de la mayor parte de población, lo que algunos autores denominan el 'trapezoido andino', zona comprendida entre Bogotá, Cali, Medellín y Bucaramanga (Galvis, 2001, p. 5).

Así mismo, Esquivel considera que un "sentido geopolítico inicial de Colombia, es el pivote geográ-

fico anterior. Sin embargo, hasta cuando se erigió como república, Colombia no dependía de la importación de recursos y desde entonces también tendió a disminuir sus comunicaciones vía marítima" (Esquivel, 2015, p. 77).

No obstante, el autor referido manifiesta como el sentido geopolítico anterior fue modificado con la disolución de la federación con Ecuador y Venezuela, y la renuncia de dirigentes colombianos para ejercer el poder. Sumado a la postura de "adoptar como principio de su política exterior el respeto idealista al derecho internacional y la adopción del arbitraje para hacer valer el interés nacional". Acorde con el expuesto por Gryglel (2006), "si un estado omite o no considera los intereses geopolíticos otros estados podrán llenar el vacío" (citado por Esquivel, 2015, p. 77).

De tal forma, el concepto de Geoestrategia del Estado colombiano ha estado ligado a la política exterior desde 1958 enmarcado en una continua dependencia con respecto a la política exterior de los Estados Unidos, basada en empréstitos económicos durante gran parte del siglo XX. Situación que empeora, con la dificultad para controlar los problemas que afectan la seguridad interna como las amenazas representadas: en el narcotráfico, el conflicto armado y el terrorismo; factores que influyeron para que la



relación con los Estados Unidos, se configurará en una dependencia casi estructural que solo ha presentado algunas rupturas en la última década, de tal forma:

... en este proceso de dependencia, se pueden encontrar tres momentos diferentes con un eje específico. Un primer momento fundado en el anti-comunismo (1958-1970), un segundo momento marcado por la necesidad de mercados y empréstitos (1974-1990), un tercer momento centrado en el combate al narcotráfico y el terrorismo (1990-2002). Las consecuencias más directas de esta situación fueron: 1. El marcado distanciamiento de la

región y la desconfianza de sus vecinos, impactando directamente las condiciones migratorias de sus nacionales y a un sector importante de sus exportaciones. 2. La violación del Derecho Internacional, como sucedió en el ataque al campamento del comandante guerrillero Raúl Reyes, en la selva ecuatoriana. 3. El descuido y subvaloración de importantes espacios políticos y comerciales, como Europa y América Latina y el Caribe, precisamente los espacios en los que la actividad internacional de la insurgencia tuvo sus mayores desarrollos. Es decir, la diplomacia de la insurgencia armada no tuvo contrapeso estatal. Tal y

como lo manifestó el ex presidente Álvaro Uribe Vélez, en abril de 2009 en el marco de la Conferencia Anual de Ejecutivos, realizada en Ciudad de Panamá, y que publicó elespectador.com: "Tuvieron una gran diplomacia internacional que superó a la cancillería colombiana porque no se les enfrentó debidamente" (Trejos, 2012, p. 171).

Sin embargo, en albores del siglo XXI y acorde con (Esquivel, 2015) dos hechos significativos marcaron gran influencia en la geopolítica nacional. El primero relacionado con la "nueva pérdida de 75.000 km² de mar territorial en el archipiélago de San Andrés". Considera esta pérdida de territorio marítimo como:

... la segunda cesión de territorio a Nicaragua, la anterior fue en 1928 la cesión de la Costa de Mosquitia. Pérdida y cesión debidas a la perniciosa política de los dirigentes colombianos de allanarse al arbitraje internacional para defender la integridad del territorio nacional. En este sentido es un hecho que expresa la derrota de una estrategia nacional o, más grave, la ausencia de esta (Esquivel, 2015, p. 1).

Un segundo hecho considerado es la nueva ronda de diálogos para el cese del conflicto interno con el grupo narco terrorista de las FARC, situación que sin lugar a dudas marcaría un nuevo derro-

tero de la política nacional e internacional del Estado colombiano, toda vez que:

...en 2012, delegados del gobierno colombiano y del grupo armado ilegal FARC iniciaron tales diálogos en La Habana. Las anteriores rondas con este grupo se dieron en 1984, en 1991 (en Caracas) y de 1998 a 2002. La nueva ronda iniciada en 2012 magnifica la victoria de una estrategia militar basada en una política de modernización de las Fuerzas Militares, que incluyó fortalecer la capacidad aérea, los sistemas de información y la acción interinstitucional, (Esquivel, 2015, p. 1).

Es así como en función del interés nacional factores como (la supervivencia, el bienestar y los valores), hacen parte de la política exterior de Colombia, sin embargo (Esquivel, 2015) manifiesta que esta debería adoptar una orientación más geopolítica. En donde los tres imperativos geopolíticos que deben orientar la política exterior de Colombia son los siguientes propósitos:

1) Asegurar el dominio del territorio nacional para impedir la pérdida de un centímetro más del mismo, junto con evitar la acción del crimen transnacional y asegurar el control de recursos y vías. 2) Procurar una mayor influencia sobre su región de

influencia natural (los 11 países con los cuales comparte frontera) para consolidar su propia seguridad, disuadir cualquier reclamo territorial y fortalecer el intercambio comercial. 3) Retomar el liderazgo de Colombia sobre las plataformas adyacentes (de mayor a menor profundidad estratégica: Pacífico; Andina; Amazonia; Istmo centroamericano; el Caribe y la Orinoquia-Guayana). (Esquivel, 2015, p. 77)

Acorde con lo anterior, es evidente como el Estado colombiano no tiene aspiraciones territoriales diferentes a las de preservar su actual territorio, ni aspiración de proyectarse más allá de poder intercambiar libremente con los demás estados del mundo.

No obstante, la política exterior de Colombia ha sido conducida bajo lineamientos en términos del mediano plazo, con el fin de reducir la vulnerabilidad económica con Estados Unidos, fortalecer de forma paralela los lazos históricos con los países latinoamericanos y hacer especial énfasis en la subregión andina, como espacio natural de interlocución política. Hechos evidentes con la suscripción del Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos y la concentración en materia comercial, entre otros. Esta reorientación pasó de entender el problema de la seguridad como prioridad en la política de Estado (en términos del realismo político), con un costo alto en términos de interlocución hemisférica, para plantear la dinamización de la agenda

política multilateral, con base en el modelo económico de regionalismo abierto (Vergara, 2012).

Es así como política exterior de Colombia, esta soportada sobre una plataforma exportadora sustentada en:

...la implementación de un diálogo abierto con instancias de decisión multilateral hemisféricas, que por su alcance e impacto doméstico, requirieron de la implementación de ajustes institucionales de amplio alcance hacia el futuro. En la búsqueda de ese objetivo, Colombia estructuró una hoja de ruta para dar cumplimiento de una serie de requisitos planteados desde instancias multilaterales como la OCDE y la

APEC, para lograr el ingreso a dichas organizaciones (Vergara, 2012, p. 170).

De igual modo, el Estado Colombiano adopta principios y lineamientos en materia de política exterior con el propósito de fortalecer la agenda internacional bilateral y multilateral priorizada sobre ejes de desarrollo sostenible del país. En este sentido, Colombia considera a los países vecinos, de América Latina y el Caribe como una prioridad; al igual que, posicionar su visión estratégica nacional mediante la participación en foros regionales y globales de política internacional (Cancillería, 2018).

En el orden interno y para construir la paz, Colombia consolida alianzas con los socios tradicionales en América del Norte, América Latina, Europa y Asia; así mismo, con los no tradicionales en Asia Central, Asia Pacífico y África. En cuanto a la Cooperación Sur-Sur, se construirán nuevas agendas y se fortalecerán las existentes en Asia Central, Asia-Pacífico y África (Cancillería, 2018).

Otro lineamiento para promover y asegurar los intereses nacionales a través de la política exterior y la cooperación. Concebido mediante acciones para fortalecer y diversificar geográfica y temáticamente la política exterior y focalizar la demanda de la cooperación internacional. Para tal efecto el Estado colombiano a través del Ministerio de Relaciones Exteriores, diseñó una estrategia que pretende materializar a través de la implementación de las siguientes acciones:

Primera acción: diversificar la agenda de política exterior hacia sectores ejes del desarrollo nacional (educación, agricultura, infraestructura, ambiente, energía, y comercio) fortalecer las relaciones bilaterales y velar por el cumplimiento de los compromisos adquiridos.

Segunda acción: materializar la estrategia mediante la consolidación de la presencia y posicionamiento de Colombia en instancias globales, multilaterales, regionales y subregionales para la defensa y promoción de los intereses nacionales.

Tercera acción: encaminada a fortalecer la política migratoria y el servicio consular para ampliar la atención e integración de los colombianos en el exterior y retornados, y para facilitar la movilidad y seguridad de los migrantes. **Cuarta acción:** prevé impulsar el desarrollo social y económico de las regiones de frontera y su integración con los países vecinos.

Quinta acción: fortalecer institucionalmente las entidades del sector Relaciones Exteriores para el desarrollo de una gestión eficiente y transparente. **Sexta acción:** consolidar la oferta y la demanda de cooperación internacional en función de los objetivos de política exterior y los pilares de este Plan Nacional de Desarrollo: paz, equidad y educación, y se afianzarán las relaciones y consolidarán las estrategias regionales con América Latina y el Caribe, Asia-Pacífico, Asia Central, y África (Cancillería, 2018).



“Cada una de estas acciones conlleva la ejecución de planes, proyectos de cooperación y acuerdos para dar continuidad a los compromisos que se deriven de ellos, a fin de promover un Estado contemporáneo, innovador, diverso, inclusivo y comprometido con la búsqueda de la convivencia pacífica desde el Plan de Promoción de Colombia en el Exterior”. De ahí que Colombia debe participar activamente en los Mecanismos de Concertación e Integración Regionales, profundizando el diálogo político e implementando acciones entre los Estados miembros para facilitar la cooperación, fortalecer el desarrollo, consolidar la institucionalidad propia de cada mecanismo y la ejecución de proyectos conjuntos (Cancillería, 2018).

En consecuencia, se considera que el país debe prepararse para enfrentar y atender de manera adecuada el crecimiento de los flujos migratorios los cuales constituyen factores de desarrollo económico y social; para propender por una migración en condiciones de seguridad para colombianos mentar extranjeros en el marco de una política integral migratoria. Así mismo, implementar una estrategia de cierre de brechas y convergencia regional de los departamentos y municipios de frontera, denominada “Prosperidad para las Fronteras de Colombia”. Sumado a lo anterior, se fortalecerá la operación de pasos de frontera, de los Centros Nacionales de Atención

Fronteriza (Cenaf) y los Centros Binacionales de Atención Fronteriza (Cebaf), así como la regulación de las condiciones de transporte en las fronteras (Cancillería, 2018).

Adicionalmente, entre otros mecanismos, se construirán e implementarán mecanismos binacionales tales como los Planes Binacionales de Desarrollo Fronterizo... Para ello, será necesario promover, en coordinación con las demás entidades del Estado, la defensa de los intereses nacionales frente a 542 posibles amenazas que deriven en la vulneración de su integridad territorial o de su soberanía o en el uso o explotación indebida de sus recursos.

De tal manera, Colombia se debe posicionar como oferente de buenas prácticas a través de la cooperación Sur-Sur, y se fortalecerán los mecanismos de coordinación y seguimiento con que cuenta el Sistema Nacional de Cooperación Internacional.

Es evidente como el concepto Geoestratégico del Estado colombiano ha estado y sigue ligado a una política exterior con Estados afines, soportada bajo condicionamientos especialmente económicos. Sin embargo, el interés nacional debe fortalecerse a un más en función de factores clave como en la supervivencia, el bienestar y los valores como parte de una política exterior con una orientación más geopolítica.

3. EL INTERÉS GEOESTRATÉGICO NACIONAL Y LA SUPERIORIDAD AÉREA

El interés geoestratégico del Estado colombiano nunca ha sido expansionista como tampoco sus pretensiones geopolíticas, que han estado siempre fundamentadas en la protección del territorio nacional, bajo una política exterior de buenas relaciones con los países vecinos y estados amigos, con los que ha sostenido relaciones comerciales y diplomáticas. Sin embargo, Colombia mantiene una dependencia comercial con los Estados Unidos basada en empréstitos económicos. A pesar de esfuerzos en los últimos años encaminados a reducir esta vulnerabilidad económica.

Por otra parte, es claro que la Geoestrategia estudia la influencia de la geografía desde el punto de vista estratégico, de tal manera que permita el control y/o posicionamiento físico de los espacios que den, a quien los posea, ventajas geopolíticas (Rosales, 2005, p. 92).

De igual forma, los intereses nacionales son considerados de vital importancia para la supervivencia del Estado, puesto que “aquellos son por los cuales un pueblo se

reconoce necesario en su unidad y su singularidad, por los que existe y afirma deber vivir. Estos intereses son concebidos de carácter permanente” (RESDAL, 2011).

Además, la defensa nacional es entendida como un concepto que se refiere al mantenimiento de las condiciones que permiten asegurar los intereses primarios ante posibles amenazas externas. Es así como “la Defensa se constituye en la faceta externa de la Seguridad, y por lo tanto en este ámbito actúan los Ministerios de Relaciones Exteriores y de Defensa Nacional” (RESDAL, 2011).

Sin embargo, los intereses nacionales del Estado colombiano no están plenamente definidos en el ordenamiento legal. No obstante, la Constitución Política de Colombia en su artículo 217 establece como las Fuerzas Militares tendrán como finalidad primordial la defensa de la soberanía, la independencia, la integridad del territorio nacional y del orden constitucional. Encargo relacionado con la protección de los intereses primarios y estratégicos de la Nación.

Es así como el interés nacional relacionado con los factores como la supervivencia, el bienestar y los valores hacen parte de la política exterior de Colombia. Tal y como se mencionó anteriormente esta debería adoptar una orientación más geopolítica. Igualmente el Estado colombiano no posee aspiraciones territoriales diferentes a las de preservar su actual territorio, ni aspiración de proyectarse más allá de poder intercambiar libremente con los demás estados del mundo (Esquivel, 2015).

En cuanto al empleo del Poder Aéreo, este permite alcanzar objetivos de valor estratégico en una campaña aérea, a través de "acciones que permitan quebrantar la cohesión del enemigo, anular o reducir su capacidad de combate y quebrar su resistencia. Por tal razón, que más allá de pensar en destruir objetivos militares, el Poder Aéreo debe aplicarse contra los intereses vitales del adversario" (Lombo, 2002, p. 234).

Lo anterior, impone en primera instancia el control del espacio aéreo, para alcanzar la Superioridad Aérea e incluso la supremacía aérea en los ambientes en los que el Poder Aéreo actúa en concurrencia con los intereses políticos, estratégicos y operacionales.

Condición que facilita entender la interacción que debe darse entre el conductor político con el conductor militar en ambientes estratégicos tal como varios Estados mundiales han empleado el Poder Aéreo como medio para fortalecer el poder nacional.

De esta forma, la Superioridad Aérea vista como una condición integradora de voluntades, permite al Poder Aéreo operar libremente en un momento y lugar determinado para contrarrestar todo tipo de amenaza aérea o antiaérea. De igual manera, la Superioridad Aérea adquiere una dimensión estratégica siempre y cuando se logre configurar un Poder Aéreo tecnológico y operativamente capaz de enfrentar los posibles adversarios.

De ahí, la importancia de incorporar en la políticas de Estado el valor que representa la Superioridad Aérea ligada con el desarrollo, la prosperidad y la supervivencia del Estado, dándole carácter de valor nacional. Lo anterior, en un contexto geoestratégico que relacione el interés geopolítico nacional con la necesidad de alcanzar esta condición de Superioridad Aérea como parte de las capacidades estratégicas de Poder Aéreo Nacional.

CONCLUSIONES

La Superioridad Aérea concebida como una condición que integra voluntades de la Nación, da paso a una dimensión geoestratégica siempre y cuando se logre configurar como valor de interés Nacional. Toda vez que su actuación multi-dominio en ambientes del (aire, espacio y ciberespacio) permite no sólo el logro de objetivos militares en función de la seguridad y la defensa de la Nación, también, el cumplimiento de metas y objetivos políticos en relación con el interés del Estado.

Es evidente que la naturaleza de la Superioridad Aérea, hace parte de las características de empleo del poder aéreo en el dominio del aire, el espacio o inclusive el ciberespacio en una campaña aérea soportada con medios apropiados, estrategias eficaces para el logro de objetivos militares. De igual forma, disuade la intensión de la acción bélica y quebranta la voluntad de lucha del adversario limitándolo o reduciendo su capacidad de combate.

La Superioridad Aérea, igualmente facilita operar libremente en un momento y lugar determinado para contrarrestar amenazas. Toda vez, que al ser enfocada en el logro de objetivos estratégicos nacionales y estados finales militares específicos, garantiza la preservación de los intereses nacionales como parte de una política de seguridad y defensa Nacional.

Para que la Superioridad Aérea adquiriera las dimensiones estratégicas requeridas, el poder aéreo nacional debe estar configurado tecnológica y operativamente como el de los posibles adversarios. Motivo por el cual, es una decisión de la voluntad política nacional, el logro de esta condición, la que incorporada como un instrumento del poder nacional proporciona libertad de acción para responder de manera rápida y flexible a un amplio abanico de tareas, desde acciones humanitarias hasta operaciones ofensivas de largo alcance.

Ahora bien, en lo que hace referencia a la postura geoestratégica del Estado colombiano, siempre ha estado ligada a una política exterior soportada en afinidades con otros estados vecinos, bajo condicionamientos económicos impuestos por naciones poderosas y órganos internacionales. Sin embargo, el horizonte del interés nacional se ha orientado en los últimos años en función de factores clave de supervivencia, bienestar social y valores como parte de una política exterior de características más geopolíticas a nivel regional y global, a través de mecanismos de coordinación y seguimiento del sistema de cooperación internacional.

El Estado colombiano, presenta debilidades para enfrentar y atender de manera adecuada diversas

amenazas a la seguridad nacional como por ejemplo el crecimiento de los flujos migratorios de naciones vecinas y de otros con características socio-económicas similares. De igual forma, debilidades en las estrategias diseñadas para protección, el cierre de brechas y convergencias en las áreas de frontera, al no contar con los medios apropiados y suficientes que garanticen la defensa e integridad territorial.

La Superioridad Aérea y la Geoestrategia actúan en concurrencia con los intereses políticos y estratégicos de la Nación, al considerar factores geográficos, geopolíticos y estratégicos militares en ambientes multi-dominio. De igual manera, la interacción entre el conductor político nacional, los estrategias militares y demás actores del poder, se fortalece garantizando la supervivencia del Estado.

Incorporar en el ordenamiento político del Estado colombiano, la Superioridad Aérea como una condición *sine qua non* a la seguridad y defensa de los intereses nacionales, permite ligarla con el desarrollo, la prosperidad y la supervivencia del Estado por su carácter de valor nacional. Lo anterior enmarcado bajo un concepto geoestratégico, que relacione el interés geopolítico con las capacidades estratégicas de Poder Aéreo Nacional.

REFERENCIAS

- Baier, F. L. "Fritz" (2005, Agosto). Cincuenta preguntas que todo aviador puede contestar. (Fuentes, L.F. Ed.). *Air & Space Power Journal*, 3.
- Bases para una Política de Defensa Nacional. (2001-2011). *Red de Seguridad y Defensa de América Latina*, IV-V; X-XI.
- Bases para una Política de Defensa Nacional, Capítulo IV: Concepto de Defensa Nacional. *Red de Seguridad y Defensa de América Latina*, RESDAL (2011) <https://www.resdal.org> >Archivo> uru-cap4
- Brzezinski, Z. (1998). *The Grand Chessboard*. (Chungalitos, Ed., & M. S. González, Trad.) Barcelona: ESPA BOOK.
- Cancillería. (2018). *Cancillería República de Colombia*. Recuperado el 04 de Diciembre de 2018, de Cancillería: <http://www.cancilleria.gov.co/principios-y-lineamientos-la-politica-exterior-colombiana>
- Esquivel Triana, R (2015). Intereses Geopolíticos de Colombia. *Estudios en Seguridad y Defensa*, 10 (19), 71-86. <https://doi.org/10.25062/1900-8325.69>
- Fuerza Aérea Colombiana. (2013). *Manual de Doctrina Básica y Espacial* (Cuarta ed.) Bogotá, D.C., Colombia : Jefatura de Educación Aero-náutica, Centro de Doctrina Aérea y Espacial.
- Galvis, L. (2001, Octubre). La topografía económica de Colombia. *Documentos de trabajo*, 22.
- Gray, C.(2012). *Air Power for Strategic Effect*. Maxwell Air Force Base, Alabama: Air University Press: Air Force Research Institute
- Lambent, B. S. (2000). The role of air power going into the 21st century . En N. W. Crawford, & C.-I. Moon (Edits.), *Emerging Threats, Force Structure, and the Role of Air Power in Korea* (Vol. 152, págs. 115-137). California, Estados Unidos : Project AIR FORCE, RAND corporation.
- Lombo López, J. A. (Febrero de 2002). El poder aéreo, instrumento decisivo para la resolución de las crisis del siglo XXI. *Arbor, Ciencia Pensamiento y Cultura*, CLXXI(674), 231-257.
- NATO Glossary of terms and definitions (english and french). (01 de Abril de 2008). *North Atlantic Treaty Organization*. Recuperado el 04 de Diciembre de 2018, de NATOTerm: http://web.archive.org/web/20080913110757/http://www.nato.int/insa/insa_home.htm
- Ortega Prado, R. A. (2013). *Geoestrategia* (1ª edición ed.). Santiago, Chile: Academia de Guerra - Jefatura de Estudios.
- Rosales Ariza, G., (Colombia), U. M., & Políticos, I. d. (2005). *Geopolítica y Geoestrategia Liderazgo y Poder (Ensayos)*(1ª edición ed.). (A. Botero Franco, & P. y. UMNG, Edits.) Bogotá, D.C. Colombia: Universidad Militar Nueva Granada.
- Saavedra Weise, A. (04 de Octubre de 2015). *Agustín Saavedra Weise*. (A. S. Weise, Editor) Recuperado el 04 de Diciembre de 2018, de Agustín Saavedra Weise: www.agustinsaa-vedraweise.com/art-2015/04102015.php
- Secretary of the Air Force Public Affairs. (08 de Abril de 2016). *AF introduces Air Superiority 2030 Study*. Recuperado el 04 de Diciembre de 2018, de U.S Air Force: <http://www.af.mi/News/Article-Display/Article/716175/af-introduces-air-superiority-2030-study/>
- Trejos Rocero, L. F. (Diciembre de 2012). La política exterior del Estado colombiano (1958-2002) Muchas continuidades con pocas rupturas. *Universidad Simón Bolívar*, 22 (0124-7441), 154-173.
- Vergara Crespo, R. A. (Enero-Junio de 2012). Análisis de política exterior en Colombia: gobierno de Juan Manuel Santos, ¿continuación de un proceso o cambio de rumbo? *Equidad & Desarrollo*, 17, 149.

Management and Strategy

Abdón Estibenson Uribe Taborda
Fuerza Aérea Colombiana

Leonardo de Jesús Mesa Palacio
Universidad Tecnológica de Pereira

Science, Technology and Innovation at the Service of the Economic Development of South Korea and Japan in Post-War Periods and their Considerations for Colombia*

CIENCIA Y PODER AÉREO

ISSN 1909-7050 / E- ISSN 2389-2468 / Volumen 14 (1)
Enero-Junio de 2019/ Colombia/ Pp. 90-113

Citación: Uribe, A., Mesa, L., (2019). Ciencia, tecnología e innovación al servicio del desarrollo económico de Corea del Sur y Japón, en periodos de posguerra y sus consideraciones para Colombia. Ciencia y Poder Aéreo, 14 (1), 90-113 Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.624>



OPEN ACCESS

Abdón Estibenson Uribe Taborda

Oficial Fuerza Aérea Colombiana, Comandante Escuadrón Armamento Aéreo CACOM-5. Ingeniero Electrónico, Especialista en Sistemas de Información Geográfica SIG, Especialista en Gestión de la Innovación Tecnológica. Candidato a Magister en Seguridad Operacional. Autor principal del artículo. uribe027@hotmail.com

CvLAC: https://scienti.colciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh

Leonardo de Jesús Mesa Palacio

Ingeniero Mecánico y Magister en Sistemas Automáticos de Producción de la Universidad Tecnológica de Pereira. Coautor del artículo. leomesa@gmail.com

CvLAC: https://scienti.colciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000350494

Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.624>

* Article of Reflection taken from the research project: "Science, technology, and innovation at the service of the economic development of South Korea and Japan, in post-war periods and their considerations for Colombia." Attached to the Research Group COL0159366 - Aerospace Technological Development Center for Defense - (CETAD, by its Spanish acronym). Colombian Air Force.

ABSTRACT

This article summarizes some research on the leading technologies developed and implemented in the post-war period in some countries that have stood out for their economic, social and political development; where technology is a fundamental element to overcome all the consequences left by the devastating War and becoming world powers today. On the other hand, by reviewing the information available in some institutions created to deal with post-conflict issues in Colombia, we identify the way in which they

have planned and have been working on the implementation and use of technology to consolidate lasting peace, in order to promote the country's development. Subsequently, some challenges and opportunities that Colombia will have regarding the implementation and development of technology in the post-conflict process are discussed, and the conclusion is that technology will be a great opportunity to carry out the plans and strategies that the country has established to make it a better place to live.

KEY WORDS:

Technology, Post-conflict, Post-war, ICT, Peace, Innovation.

Gestão e Estratégia

Abdón Estibenson Uribe Taborda
Fuerza Aérea Colombiana

Leonardo de Jesús Mesa Palacio
Universidad Tecnológica de Pereira

Ciência, tecnologia e inovação a serviço do desenvolvimento econômico da Coreia do Sul e do Japão no período pós-guerra e suas considerações para a Colômbia*

CIENCIA Y PODER AÉREO

ISSN 1909-7050 / E- ISSN 2389-2468 / Volumen 14 (1)
Enero-Junio de 2019/ Colombia/ Pp. 90-113

Citación: Uribe, A., Mesa, L., (2019). Ciencia, tecnología e innovación al servicio del desarrollo económico de Corea del Sur y Japón, en periodos de posguerra y sus consideraciones para Colombia. Ciencia y Poder Aéreo, 14 (1), 90-113 Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.624>



OPEN ACCESS

Abdón Estibenson Uribe Taborda

Oficial Fuerza Aérea Colombiana, Comandante Escuadrón Armamento Aéreo CACOM-5. Ingeniero Electrónico, Especialista en Sistemas de Información Geográfica SIG, Especialista en Gestión de la Innovación Tecnológica. Candidato a Magister en Seguridad Operacional. Autor principal del artículo. uribe027@hotmail.com

CvLAC: https://scienti.colciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh

Leonardo de Jesús Mesa Palacio

Ingeniero Mecánico y Magister en Sistemas Automáticos de Producción de la Universidad Tecnológica de Pereira. Coautor del artículo. leomesa@gmail.com

CvLAC: https://scienti.colciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000350494

Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.624>

* Artigo de reflexão derivado do projeto de pesquisa: "Ciência, tecnologia e inovação a serviço do desenvolvimento econômico da Coreia do Sul e do Japão, no período pós-guerra e suas considerações para a Colômbia". Anexo ao Grupo de Pesquisa COL0159366 - Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Aeroespacial para Defesa - CETAD. Força Aérea Colombiana.

RESUMO

Este artigo resume algumas pesquisas sobre as principais tecnologias desenvolvidas e implementadas na pós-guerra de alguns países que se destacaram por seu desenvolvimento econômico, social e político; sendo a tecnologia um elemento fundamental para superar todas as seqüelas que a devastadora Guerra deixou em seu rastro e hoje se tornando em potências mundiais. Por outro lado, e analisando as informações disponíveis em algumas instituições criadas para tratar de questões pós-conflito na Colômbia, a maneira como elas são planejadas é identificada, e está se

trabalhando sobre a implementação e o uso da tecnologia para consolidar o paz duradoura, a fim de promover o desenvolvimento do país. Posteriormente, serão abordados alguns desafios e oportunidades que a Colômbia enfrentará em relação à implementação e desenvolvimento de tecnologia no caminho pós-conflito, e conclui-se indicando como a maneira em que a tecnologia será uma grande oportunidade para executar os planos e estratégias que o país tem se colocado como alvo, para fazer deste um lugar melhor para se viver.

PALAVRAS-CHAVE:

tecnologia, pós-conflito, pós-guerra, TIC, paz, inovação..

Sección Gestión y Estrategia

Abdón Estibenson Uribe Taborda
Fuerza Aérea Colombiana

Leonardo de Jesús Mesa Palacio
Universidad Tecnológica de Pereira

Ciencia, tecnología e innovación al servicio del desarrollo económico de Corea del Sur y Japón, en periodos de posguerra y sus consideraciones para Colombia*

CIENCIA Y PODER AÉREO

ISSN 1909-7050 / E- ISSN 2389-2468 / Volumen 14 (1)
Enero-Junio de 2019/ Colombia/ Pp. 90-113

Citación: Uribe, A., Mesa, L., (2019). Ciencia, tecnología e innovación al servicio del desarrollo económico de Corea del Sur y Japón, en periodos de posguerra y sus consideraciones para Colombia. Ciencia y Poder Aéreo, 14 (1), 90-113 Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.624>



Abdón Estibenson Uribe Taborda

Oficial Fuerza Aérea Colombiana, Comandante Escuadrón Armamento Aéreo CACOM-5. Ingeniero Electrónico, Especialista en Sistemas de Información Geográfica SIG, Especialista en Gestión de la Innovación Tecnológica. Candidato a Magister en Seguridad Operacional. Autor principal del artículo. uribe027@hotmail.com

CvLAC: https://scienti.colciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh

Leonardo de Jesús Mesa Palacio

Ingeniero Mecánico y Magister en Sistemas Automáticos de Producción de la Universidad Tecnológica de Pereira. Coautor del artículo.

leomesa@gmail.com

CvLAC: https://scienti.colciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000350494

Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.624>

* Artículo de reflexión derivada del proyecto de investigación: "Ciencia, tecnología e innovación al servicio del desarrollo económico de Corea del Sur y Japón, en periodos de posguerra y sus consideraciones para Colombia". Adscrito al Grupo de Investigación COL0159366 - Centro de Desarrollo Tecnológico Aeroespacial para la Defensa - CETAD. Fuerza Aérea Colombiana.

RESUMEN

Este artículo resume algunas investigaciones de las principales tecnologías desarrolladas e implementadas en la posguerra de algunos países que se han destacado por su desarrollo económico, social y político; siendo la tecnología un elemento fundamental para superar todas las secuelas que dejó a su paso la devastadora Guerra y convirtiéndose hoy en potencias mundiales. De otro lado y haciendo una revisión de la información disponible en algunas instituciones creadas para tratar los temas de posconflicto en Colombia, se identifica la forma

en que se tiene planeado, y se ha venido trabajando en la implementación y uso de la tecnología para consolidar la paz duradera, a fin de fomentar el desarrollo del país. Posteriormente, se abordan algunos retos y oportunidades que tendrá Colombia frente a la implementación y desarrollo de tecnología en el camino del posconflicto, y se concluye indicando la forma en que la tecnología será una gran oportunidad para llevar a cabo los planes y estrategias que se ha trazado el país para hacer de éste un mejor lugar para vivir.

PALABRAS CLAVE:

tecnología, posconflicto, posguerra, TIC, paz, innovación.



Los textos publicados en esta revista están sujetos –si no se indica lo contrario– a una licencia de Reconocimiento 4.0 Internacional de Creative Commons. La licencia completa se puede consultar en https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es_ES.

Aprobado evaluador interno: 15/08/2019

Aprobado evaluadores externos: 28/08/2019

INTRODUCCIÓN

No es desconocido el hecho de que las situaciones más adversas han estimulado el descubrimiento y creación de las más increíbles herramientas tecnológicas; es así como durante la Primera y Segunda Guerra Mundial se permitieron mejoras significativas en el ámbito de la medicina, las telecomunicaciones o la propia criptografía.

La tecnología ha hecho más fácil el uso, descubrimiento, creación, administración e intercambio de recursos como la información; es un elemento que ayuda con la resolución de problemas y se involucra en aspectos de nuestra vida diaria de tal forma que hoy no existe un espacio que esté libre de su influencia.

El período posterior al conflicto armado en un país, genera serias falencias en aspectos políticos, económicos, sociales e incluso culturales. Colombia en este momento de su historia, transita este importante periodo también denominado posconflicto, en el cual, países como Corea del Sur y Japón lo ubicaron como punto de partida en su proceso de desarrollo y expansión económica. Es así que resulta importante identificar los aspectos más relevantes que dieron lugar al crecimiento y superación de Corea del Sur y Japón (países que superaron el conflicto armado), que pueden servir como referentes para Colombia en esta nueva etapa.

En este orden de ideas, el presente artículo pretende mostrar de qué forma ha sido empleada la tecnología para superar los problemas de la posguerra en países como Corea del Sur y Japón. Estos países se consideran hoy de las economías más competitivas del mundo, habiendo partido de economías de menor o similar grado de desarrollo al de la economía colombiana; asimismo, obtener recomendaciones e identificar oportunidades que colaboren con la elaboración de planes y estrategias en favor del desarrollo económico, social y político de Colombia que logre consolidar una paz estable y duradera.



METODOLOGÍA

Para la elaboración de este artículo se ha utilizado el método cualitativo, mediante el cual se interpreta el marco de referencia histórico y geopolítico, que permite resaltar los indicadores de desarrollo de Corea del Sur y Japón que pueden dar orientación al desarrollo Colombiano. Esto se realizó mediante el análisis de información en bases de datos, antecedentes, estudios previos sobre la temática y la consulta de páginas web de algunas instituciones creadas para tratar temas de desarrollo y posconflicto en Colombia.

TECNOLOGÍA Y POSCONFLICTO

Dentro de lo que se conoce, los conceptos de ciencia y tecnología no están claramente diferenciados; sin embargo lo que sí es fácil de ver es que la tecnología genera triunfos y pérdidas, otorgando poder y libertad a algunos y restringiendo a otros (Quintero, 2012).

En los últimos años se ha reconocido una fusión entre la cultura y la tecnología que nos hace ver el mundo diferente; la cultura actual genera una óptica de la tecnología y esta a su vez, se modifica por la misma. Las nuevas tecnologías compiten con viejas tecnologías por tiempo,

atención, dinero, prestigio y dominio de la visión del mundo; la tecnología es un monopolio y la cultura es fácilmente alterada (Quintero, 2012).

Por otra parte, para conocer de fondo lo que implica el posconflicto a nivel global y nacional, es importante empezar por tener claro a qué aspectos hace referencia este término. A continuación, se enunciarán algunas opiniones y definiciones sobre lo que involucra el posconflicto.

Cuando existe conflagración entre el Estado y las organizaciones armadas ilegales, y se pueden ver indicios de su terminación total o parcial, se hace necesario hablar de posconflicto, una serie de "tareas que se proyectan en el tiempo mucho más allá del cese del enfrentamiento" (Molano, 2014, p. 5).

El término posconflicto es usado para referirse a "todos los retos que se presentan en la construcción de la paz" (Ariza, 2013, p. 4), una vez superado el conflicto, ya sea a través de negociaciones o de la victoria militar. Dicho término en este contexto, es entendido como el conjunto de acciones para fortalecer y solidificar la paz evitando una recaída en el conflicto armado (Agarriza, 2013).

Por otra parte, recientemente el término posconflicto se ha usado para hacer referencia a “acciones previas al fin del conflicto, en busca de comprender sus causas” (Galtung, 2001, p.10) pero el uso ampliado del término, para referenciar periodos de conflicto y posconflicto, puede generar dificultades conceptuales, como lo indican Call y Cousens (2008). La más importante de estas dificultades se enmarca en el entender las causas, de las características y el camino que debe seguir el proceso de posconflicto, está determinado por las coordenadas del mismo (Garzón, Parra y Pineda, 2003).

Hablar de posconflicto resulta complejo, pues involucra una serie de factores que hace ardua la tarea de evitar o solucionar de raíz los problemas que trae consigo, convirtiéndose en un verdadero reto no solo para el Estado y los organismos encargados de planear, vigilar y con-

trolar este proceso, sino para la todas las víctimas, victimarios del conflicto y la sociedad misma. Es así como “los países se enfrentan a la complejidad de la violencia y la migración de las actividades delictivas en los años siguientes, los vínculos entre las condiciones que causan los conflictos y las que persisten en el posconflicto” (Hoglund, 2005, p. 18).

Considerando que para Garzón, Parra y Pineda (2003):

Los hábitos propios de la guerra no desaparecen, pues la violencia se convierte en una forma de vida y un medio de subsistencia económica; existen dificultades desde las ópticas culturales, psicológicas y económicas de pasar de las armas al trabajo no violento, al igual que la adaptación sociocultural de la imposición de la fuerza al consenso, de la huida y clandestinidad a la libertad. (p. 14)

COREA DEL SUR Y JAPÓN EN LA POSGUERRA: UN EJEMPLO PARA COLOMBIA

COREA DE SUR.

Siendo Corea del Sur un país pobre, sin muchos recursos naturales y devastado tras la destructiva y cruel guerra civil de 1959-1953, logra en apenas dos décadas empezar un ascenso económico sin precedentes, consigue una capacidad productiva notable y una relativa equidad en el ingreso (López, 2016).

La historia permite identificar que el éxito de Corea del Sur en su periodo de posguerra, se enmarca en la debida orientación de sus planes de desarrollo convirtiendo la economía nacional en una potencia a nivel regional. Dichos planes de desarrollo sumados a la posición geoestratégica del país y los conflictos de la guerra fría de la región, hicieron que los Estados Unidos se esforzaran en fortalecer las economías del Este Asiático; esto les permitió consolidar un muro de contención para poner distancia a países como China y la Unión Soviética (Amézquita, 2009).

Sin embargo, son estos los factores relevantes a los que se les puede atribuir la superación de este país, ya que al compararlo con otros países que también implementaron planes de desarrollo con los que el gobierno planeaba el desarrollo de su economía, no tuvieron el mismo resultado, pues divergen en el enfoque de sus pla-

nes de desarrollo. Existen otros casos en la historia de países con similitudes geoestratégicas y que recibieron ayuda de Estados Unidos como Turquía, que no lo lograron el mismo crecimiento económico esperado.

También se destaca en los años siguientes a la guerra, que Corea del Sur hace importantes reformas agrarias antidemocráticas donde se fusilaron a terratenientes con vínculos o descendencia japonesa, lo que facilitó a millones de campesinos acceder a la tierra como impulso inicial en el posterior desarrollo del país (Ossa, Candelero y Mera, 2000).

Por otra parte, se destaca el papel que tuvo Estados Unidos en la reconstrucción de posguerra, por ser fuente de financiación para Corea del Sur hasta el año 1959 y con la que se logró mostrar superávit fiscal; al igual que la llegada al poder de los militares en 1961, con el general Park Chung Hee, quien consideró que la dependencia tecnológica sería un obstáculo para elevar el nivel industrial, dio apoyo constante al sector privado industrial en infraestructura, acceso y adquisición de tecnología e incentivos fiscales y financieros para investigación y desarrollo (Heyje y Mah, 2014).

Otro de los aspectos más relevantes que propiciaron el crecimiento económico de Corea del Sur, se encuentra el destacado grado de intervención del gobierno cuyo enfoque fue el proceso de industrialización guiado por una política económica integral donde se dio gran importancia a la educación para ello fueron creados varios centros de investigación como el *Korea Institute of Science And Technology (KIST)* en el año 1966, centros de entrenamiento vocacional y capacitación y universidades especializadas como el *Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST)* en el año 1971. Podría estimarse que la política educativa y de ciencia y tecnología, sumado a la consolidación de institutos de investigación tecnológica especializada proyectaron una visión

acertada al gobierno coreano, considerando la información y el conocimiento como bienes públicos los cuales tenía la responsabilidad de proveer (López, 2016). Fue así, que de la mano de la política educativa y la política de ciencia y tecnología, el gobierno coreano se propuso no sólo crear "mano de obra calificada", sino aventajar a los productores internacionales en industrias de alto valor agregado y contenido tecnológico.

Es de resaltar, que el enfoque que dio Corea del Sur al proceso de industrialización para fomentar las exportaciones es similar al que se viene fomentando en América Latina como estrategia de sustitución de importaciones (Haggard, 1990). Dicho proceso de industrialización, sometía a los productores coreanos a una competencia en

cuanto a precio, calidad y eficiencia, ausente en la Industrialización Sustitutiva de Importaciones (ISI) latinoamericana; al comienzo, el bajo costo de mano de obra y la reducción en los costos de producción para tener alguna ventaja en los mercados de exportación mediante las economías de escala, permitieron incrementar la competitividad. En la actualidad las industrias seleccionadas en el *Big Push* siguen siendo las principales banderas de exportación, además de la electrónica y tecnologías de la información (López, 2016).

Así es como la política industrial se reconoce como uno de los ejes de desarrollo económico para contrarrestar deliberadamente el rezago y cambiar rápida y controladamente la ubicación de un país en la división internacional del

trabajo; de ahí la noción de que las ventajas comparativas son de carácter dinámico (Lew, 1999).

Según López (2010), Corea logró integrar redes y cadenas de producción de empresas nacionales dentro y fuera del territorio, dando como resultado que la tecnología desarrollada y la riqueza generada por la misma, fuesen acopiadas mayoritariamente por la misma industria coreana; la economía política coreana ha demostrado mayor autonomía respecto a la creciente globalización de los mercados, siendo esta, un actor con cierta capacidad de liderazgo (López, 2016).

El desarrollo de las capacidades tecnológicas y el aumento de las exportaciones de productos de media-alta y alta tecnología, per-

mitieron al tejido empresarial coreano, convertirse en importantes compañías multinacionales y líderes mundiales en semiconductores, automóviles, navíos y acero; este resultado inicial estaba cimentado en factores clásicos como la explotación del capital, el crecimiento de la población, el aumento de la participación de la fuerza laboral y los bajos costos productivos; acompañado estos y estrechamente relacionados con variables políticas, culturales, económicas y geopolíticas del entorno de Asia Oriental (García, 2003).

Finalmente, López (2016) plantea que, desde una perspectiva de economía política, se podría inferir que el énfasis en el progreso científico y tecnológico no fue sólo por orgullo nacional, sino como una estrategia de supervi-

vencia en la competencia global en industrias neurálgicas para Corea, como la electrónica, automotriz, aeroespacial, telecomunicaciones y biotecnológica. Para resumir las diferentes causas de este éxito las podemos encontrar en una combinación de factores socioculturales, geoestratégicos, financieros, comerciales, científicos y tecnológicos, concebidos como una economía fundamentada en el conocimiento (Foray, 2002).

Actualmente, Corea emprende nuevos retos con los que busca mantener su crecimiento económico, adoptando una política de innovación que acelere el paso del "catch-up" a un sistema de innovación "creativo". Este nuevo modelo se basa en el aumento de inversiones gubernamentales en investigación y desarrollo (I+D)



y en la mejorara permanente de conocimiento y transferencia de tecnologías; dicho modelo, busca incrementar la relevancia de las Pymes, dando énfasis a la investigación fundamental facilitando la participación activa de las universidades en las actividades de I+D, y apoyando la internacionalización de los logros en investigación nacional. Lo anterior está dando importantes frutos, toda vez que la Inversión Directa Extranjera (IDE), es cada vez más importante, nuevas empresas multinacionales entran al país y realizan I+D, así como las domésticas salen y capturan nuevo conocimiento en búsqueda de nuevas innovaciones (Labra y Myrna, 2017).

La Inversión Extranjera Directa, se reconoce como una actividad empresarial que da origen a flujos de conocimientos y tecnologías entre el país huésped y la casa matriz, y también en forma inversa. Las cifras entregadas por la OECD (2013) muestran que en los

últimos años Japón, EUA y la UE son los principales inversores en Corea, con aproximadamente el mismo nivel de flujos de capital.

Este estudio muestra claramente la importancia de los acuerdos de colaboración y las relaciones socio culturales entre los países, como base fundamental para el desarrollo conjunto de actividades vinculadas a ciencia y tecnología, así como el efecto que pueden tener los acuerdos geoestratégicos para un país, como fue el caso de EUA y Corea luego de la Segunda Guerra Mundial, lo cual termina impactando los procesos endógenos de investigación y desarrollo (Labra y Myrna, 2017). Es así como el rol que ha jugado la ciencia y la tecnología han sido claves en el desarrollo de este país, ubicándolo como líder en diversos campos intensivos de conocimiento tales como electrónica, informática, transporte y otros (Aizawam et al., 2007).

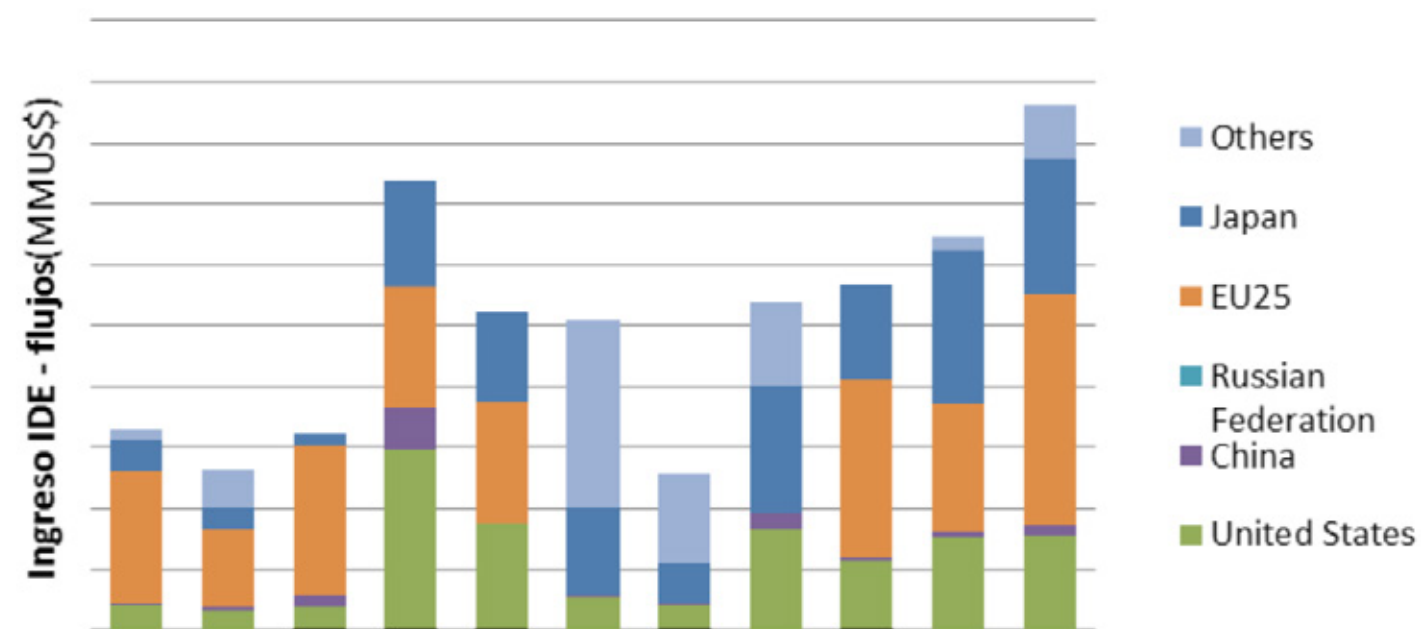


Figura 1. Inversión Extranjera Directa en Corea. Fuente: Revista de Estudios Empresariales No. 2, 2017. Recuperado de: Datos OECD (2013).



JAPÓN.

En 1945 Japón, se encontraba arruinado, devastado por la violencia que dejó la Segunda Guerra Mundial. Japón había perdido una cuarta parte de su riqueza, y había sido ocupada por Estados Unidos quien con el general Douglas MacArthur en su mando, dismanteló grandes conglomerados industriales, sin embargo 25 años después logró ubicarse como la segunda economía mundial, lo que muchos han llamado un milagro, pero, ¿cómo lo logró? En el marco de la Guerra Fría se dio prioridad al fortalecimiento de la economía japonesa para contrarrestar la amenaza comunista y para el año 1956, Estados Unidos sale del territorio japonés, siendo ésta la oportunidad para que el gobierno animara a su población a trabajar en la industrialización.

Existe un periodo trascendental en el desarrollo y superación de Japón que se da entre los años 1945 y 1973, en el que la tecnología desempeña un papel muy importante; después de anunciarse la rendición de Japón en agosto del año 1945, el ministro Kantarō Suzuki señaló que la ciencia y los niveles tecnológicos alcanzados por los aliados para la época, fueron la gran deficiencia japonesa durante la guerra. Dicho general, invitó a la construcción de un nuevo Japón sobre los cimientos de ciencia y tecnología (Zalduendo, 2003).

Así se dio inicio a una nueva era para Japón en la que surgieron diversos criterios que operaban con propósitos distintos, pero orientados hacia un mismo obje-

tivo. Dentro de los factores más importantes en este proceso de desarrollo se destacan:

1. Posterior a la guerra, los países aliados extranjeros (comando de ocupación), establecieron procesos productivos con técnicas de producción masiva y con altos estándares de calidad que generaran equipos durables para el consumidor (radios, autos, televisores, heladeras).
2. La desaparición de los grandes monopolios o "zaitbatsu" (por su nombre japonés), establecieron las condiciones necesarias para la mayor competencia industrial; posteriormente el gobierno japonés permite las alianzas no formales conocidas como "grupos de comercio", que les permitió a dichos grupos, compartir sus recursos financieros y técnicos.
3. La obligatoriedad de asistencia al sistema educativo se convirtió en una benéfica y duradera influencia para el desarrollo.
4. La transformación del Ministerio de Comercio en el Ministerio de Comercio e Industria Internacionales (*Ministry of Interna-*

tional Trade and Industry - MITI), consolidó en el año 1948 la Agencia de Tecnología y Ciencias Industriales, la cual desarrolló un importante papel en la definición de políticas tecnológicas a futuro.

5. La migración de experiencia y destreza del sector industrial, al servicio de la industria militar, permitieron reorientar toda su producción a nuevos tipos de bienes comerciales.
6. La escasez de recursos y materias primas, fenómeno propio de la posguerra, generaron que las asociaciones de productores y los gobiernos locales trabajaran conjuntamente en la consecución de insumos y la utilización de otros metales para sus productos.
7. Las pequeñas empresas recibieron apoyo de asociaciones de productores, cooperativas y gobiernos locales.

Los factores más relevantes a los que se les atribuye el éxito de Japón se enmarcan en su capital humano (disciplinado, servicial y motivado por empleo vitalicio, de ascensos por mérito y anti-

güedad) y la formación brindada a los empleados, impartida por las mismas empresas que proporcionaban experiencia práctica o formación profesional. Este sistema de empleo, aunado a las cualidades excepcionales de su capital humano, fundamentó el crecimiento económico que alcanzó el país a mediados del siglo XX y que sigue en auge a la fecha (Japan Fact Sheet, s.f.).

Sobre la historia tecnológica de Japón muchas literaturas atribuyen la explicación de la aceptación y apropiación de nuevas tecnologías a:

1. El valor de la lealtad arraigado a los aspectos sociales y laborales, como su principal tradición cultural.
2. El hogar japonés como la principal fuente de sus valores sociales y nacionales.
3. La participación esencial del Estado en el desarrollo tecnológico a lo largo de la historia japonesa, arraigado en el impulso industrial como motor dinámico en su participación en el mercado y a su vez, ágil y versátil para ajustarse a los cambios del mismo.

4. El elevado nivel educativo, el Estado apoyado por grupos empresariales y otros factores sociales y culturales, opacan otros aspectos importantes y relevantes en la historia de Japón.

Otros autores como *Tessa Morris-Suzuki*, plantean relaciones entre la imitación y la innovación. En general, los japoneses se distinguen por su capacidad para responder y relacionar de manera creativa, los desafíos presentados por la tecnología occidental del siglo XIX; de igual forma, resaltan herencias de sectores tradicionales como la hilatura de seda, la producción cerámica y elaboración de bebidas como la cerveza. La permanente relación entre lo local y lo extranjero resalta como ícono distintivo del sistema tecnológico Japonés (Zalduendo, 2003). Países como Francia y el Reino Unido, referentes en innovación y desarrollo tecnológico, se ven opacados por la inmensa red de instituciones dedicadas a este ejercicio.

Adentrándonos en la historia de Japón, a este le favoreció un orden social relativamente pacífico que permitió la influencia de españoles, ingleses, portugueses, holandeses y chinos quienes aportaron conocimientos en medicina y procesos de manufactura, transmitidos en el contexto de familia. Con el tiempo las amenazas foráneas impusieron la aceptación de cambios, a diferencia de otras regiones del mundo que fueron invadidas y dominadas comercialmente, lo que no sucedió en Japón, quien optimizó sus propios recursos y habilidades para encarar el desafío. Entre los años 1859 y 1863, Japón firmó varios tratados comerciales, permitiendo el uso de sus puertos a Estados Unidos y varios países de Europa, quienes además de realizar actividades propias de comercio, usaban a Japón como una permanente fuente de información tecnológica. Entre los años 1870 y 1885 Japón logró establecer y apropiarse importantes desarrollos tecno-

lógicos como la construcción del ferrocarril, las redes telegráficas y proyectos mineros apoyados de máquinas a vapor y la artillería (Zalduendo, 2003).

Importante papel desarrolló la red social de innovación y la transmisión de sus ideas a los lugares de trabajo durante los años 1950 y 1960, considerado el periodo de más rápido crecimiento económico de Japón. Durante dicho periodo, el estado no solo era la fuente de financiamiento para nuevas tecnologías sino el fundador de centros de desarrollo, desde los cuales el conocimiento de las nuevas tecnologías era difundido en el ecosistema industrial. Para la última década del siglo XX, la simbiosis del estado y el sector productivo e investigativo, logró posicionar a las empresas Japonesas como líderes internacionales en la producción de microchips superconductores y la comercialización de televisores de alta definición (Zalduendo, 2003).



RETOS PARA COLOMBIA FRENTE A LOS FACTORES QUE PROMUEVEN EL DESARROLLO DE UNA NACIÓN

Las Nuevas Tecnologías de la Información y de la Comunicación (NTIC) y su integración con el modelo educativo, han convertido a Japón en pionero en la integración de estas tecnologías en sus aulas. Esta ventaja competitiva, comparando a Japón con otros países, cobra importancia debido a la prioridad que las empresas japonesas otorgan a la investigación, desarrollo y producción de nuevas tecnologías. Los campos de investigación más relevantes e icónicos en Japón se relacionan con microelectrónica, informática, biotecnología, óptica, tecnología aeroespacial y robótica. Dichos campos y los desarrollos en ellos, han ubicado a Japón como referente de desarrollar medidas innovadoras en la tecnología y su aplicación industrial (Nuñez, 2012).

Los campos de investigación y aplicación de la ciencia, la tecnología y la innovación en Colombia, se proyectan como la ruta de desarrollo que permitirá incrementar los indicadores de vida, riqueza y progreso económico sostenido; sin embargo el estado actual de Colombia referente al desarrollo de la ciencia y tecnología es pobre, y pese a los logros que ha ganado el tema en el terreno político (con la constitución de 1991 y la ley 1286 de 2009), no existe una respuesta real del Estado que genere resultados más profundos, que los buenos deseos de apalancar el progreso social y económico del país (Nieto y Orozco, 2012).

Hasta ahora, en Colombia no se ha contado con un Estado verdaderamente comprometido y enfo-

cado en un propósito único que incentive a la sociedad a trabajar conjuntamente con el Estado como sucedió en Japón y Corea del Sur. Los factores que dieron paso al éxito de estos países asiáticos pueden ser un referente para Colombia en materia de desarrollo social, político y económico. En el estado actual de Colombia, encontramos que ya el gobierno ha trabajado en la implementación de algunos de estos importantes factores, sin embargo, si no existe una organización y articulación de todos los factores haciendo imposible un desarrollo predecible.

Así como Corea del Sur, diseñó y ejecutó planes indicativos, con los que organizó y orientó estratégicamente a la consecución de sus objetivos, el Estado colom-

biano viene ejecutando el plan de desarrollo orientado a fortalecer la construcción de la paz, su sostenibilidad, integrar el territorio y sus comunidades, en la búsqueda de eliminar las brechas poblacionales y sociales. En esta búsqueda, la conectividad para la inclusión productiva y el acceso a servicios públicos e información. En este Plan se hace especial énfasis en actividades de apoyo, impulso y desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación, apoyados en el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), como plataforma soporte de la equidad, la educación y la competitividad (Departamento Nacional de Planeación, 2012).

Para países como Corea del Sur y Japón, la inversión y creación de institutos de tecnología e investigación, donde la participación de la industria privada ha sido clave en su desarrollo; si observamos el caso colombiano, de acuerdo a las publicaciones realizadas por la Unesco, -siendo la última en el 2015-, vemos que la situación en Colombia en materia de ciencia,

tecnología e innovación es baja frente a otros países de Latinoamérica y se aleja aún más de países de Europa y Asia. Según informes del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT) para el año 2016, Colombia realizó inversiones de alrededor del 0.27% del PIB con un número de investigadores pequeño para su población, registrando en el año 2014 solo 114.8 investigadores por cada millón de habitantes. Colombia presenta una de las inversiones del sector privado (comparada con la inversión del sector público) más bajas de la región. El sector privado en Colombia invierte montos inferiores a un dólar, por cada dólar que invierte el Estado; mientras que en países como Estados Unidos la relación es de 2,5 dólares por cada dólar y en países como Japón y Corea, la relación es de 4,4 dólares por cada dólar invertido por el estado (Wasserman, 2017).

Otro factor importante que relata la dinámica de la ciencia y tecnología en el mundo, en especial en países como Corea del Sur y

Japón, es la educación. Para el año 2013, 4,4 millones de estudiantes realizaban sus doctorados en países diferentes al propio, siendo Estados Unidos el destino preferido para esta formación, llegando a tener el 44,1% del total de dicha población estudiantil. En este mismo informe, la UNESCO ubica a Colombia en el grupo de países en que la economía mejora como consecuencia de los incrementos en eficiencia. En un nivel superior, aparecen países como Argentina, Costa Rica, Chile y Panamá en el grupo en transición hacia economías impulsadas por la innovación.

La Universidad de Cornell en Estados Unidos, presenta resultados similares en su Índice Global de Innovación del año 2015. El factor determinante sobre el cual convergen los demás, son la ciencia, la tecnología y la innovación; en dicho informe Colombia ocupó el lugar 67 entre 141 países.

Las más bajas calificaciones de los 79 factores evaluados, fueron asignadas al factor de conocimiento, productos tecnológicos

y eficiencia para innovar. Este informe resalta aspectos transversales para tener éxito en innovación como lo son: diversificar la innovación a todas las sectores productivos e industriales, apoyarla y acompañarla en sus diferentes fases, habilitar la rotación entre líneas de importancia económica y consolidar la estrategia nacional con las instituciones necesarias para apoyarla (Wasserman, 2017).

En adición, el informe de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) en referencia a las políticas de innovación en Colombia (OCDE, 2013, p. 1), señala que las debilidades de nuestro país, están enmarcadas en la ausencia de desarrollo en tecnología e innovación. Estos últimos, elementos estratégicos del desarrollo económico de

las naciones. Con base en este planteamiento, es indispensable incluir estos elementos en los planes de desarrollo y políticas de estado, como elementos para promover el desarrollo económico y lograr una paz duradera y en momentos cruciales de posconflicto.

Por otra parte, lograr los niveles de implementación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC), como lo lograron países como Corea del Sur y Japón, se requieren esfuerzos dedicados por parte del gobierno colombiano. Según informe de la Comisión de Regulación de Comunicaciones del año 2017 (CRCOM, 2016, p. 18), en el Índice de Desarrollo de las TIC (IDI), Colombia ocupa el lugar 84 de 176 países evaluados, liderados por Islandia en el primer lugar.

En Colombia, de acuerdo a datos estadísticos del DANE para año 2017 (CRCOM, 2016, p. 14), el 50% de los hogares en Colombia tenían acceso a internet, incrementando un valor cercano al 10% en comparación al año 2016, en el cual, el 45,8% de los hogares tenían acceso al mismo. La frecuencia de uso del internet para este mismo año, se ubicó en el 70% en uso diario, siendo las redes sociales la razón de uso de internet, con el 81,5%.

El dispositivo de conexión de mayor uso en Colombia, es el teléfono celular con una participación del 81,7%. Estas cifras indican el vertiginoso ascenso de las TIC en Colombia y de las posibilidades de convertirse en la herramienta para impulsar el desarrollo en la educación y otros sectores importantes en aras de construir un país desarrollado y en paz.

Colombia tiene hoy la oportunidad de transformar a sus fuerzas militares (altamente entrenadas para encarar a los grupos al margen de la ley) transfiriendo todas sus capacidades y conocimientos al servicio de la seguridad ciudadana. En el desarrollo tecnológico militar, Colombia inicia un proceso de innovación permitiendo que en sus unidades militares, se adapten, modifiquen y construyan herramientas y equipos acorde a las necesidades tropicales de nuestra geografía. Dichos desarrollos ya vienen siendo utilizados por nuestras fuerzas militares y están proyectándose como fuente de ingresos al ofertarlas en mer-

cados internacionales.

Según declaraciones de la directora de Ciencia, Tecnología e Innovación del Ministerio de Defensa, Juanita Rodríguez, durante el conflicto, las Fuerzas Militares Colombianas han visto la necesidad de innovar para derrotar la amenaza terrorista. Para esto, luego de la adquisición de equipos militares dentro del Plan Colombia, se "inició un proceso de transformación de los mismos a las características de nuestro territorio" (Colombia INN, 2018); para el 2030 se estima una transformación de las fuerzas Armadas con avances enfocadas a nuevas necesidades especialmente en la protección ciudadana. Esta es una señal en el camino adecuado, que aunada a la creación de instituciones dedicadas a la ciencia, la tecnología y la transmisión de conocimiento, permitirán la consolidación de importantes desarrollos.

Los frutos de estos esfuerzos ya se exhiben en vitrinas como Expo-defensa, donde se observaron desarrollos en el desarrollo y uso de simuladores de entrenamiento de aeronaves tripuladas en forma remota, el desarrollo militar de armamento para uso en sus propias fuerzas militares y comercialización internacional, como la pistola Córdoba, el fusil de asalto Galil (de origen israelí pero elaborado con partes de producción nacional) y otras herramientas en simulación para manejo de vehículos blindados, UAV's y Aeronaves (Colombia INN, 2018).

CONCLUSIONES

Sin duda el papel que desempeñó el Estado Surcoreano y sus políticas públicas efectivamente articuladas y enfocadas en el proceso económico y de industrialización, la educación, la independencia tecnológica y otros factores, le permitió conquistar los grandes mercados internacionales. El gobierno dio señales claras de lo que quería lograr y tomó control sobre los recursos financieros, desarrollo industria y tecnología propia garantizando su soberanía en el arraigo cultural de una sociedad de carácter fuerte, tenaz y nacionalista.

En Colombia hay un bajo interés de las empresas para desarrollar tecnología propia; estas se conforman con pequeñas innovaciones que mejoran la eficiencia de sus procesos realizando inversiones mínimas o nulas en tecnologías avanzadas, siendo este un factor diferenciador y concluyente en el desarrollo de países como Japón y Corea del Sur. Colombia hoy está enfocada en resolver y evitar los problemas que trae el posconflicto,

para asegurar una paz duradera; para esto, ha creado un gran número de instituciones con planes y estrategias que abordan temas puntuales como la agricultura, la educación, la recuperación de tierras, el despeje de minas antipersonas, la democratización y reconciliación entre víctimas y victimarios del conflicto. En estas áreas, prevalece la inclusión de tecnologías de la información en la administración y operación de estos procesos, ajustando y desarrollando software adaptado a necesidades propias de cada área, pero todo esto en la ausencia de un gobierno realmente comprometido, sin enfocarse hacia metas claras de desarrollo, generando sentimientos de desconfianza entre la sociedad y el mismo gobierno.

Si tomamos como referente a Corea del Sur y Japón para llevar a Colombia a un desarrollo económico significativo, debemos partir de un estado totalmente comprometido y enfocado en el desarrollo industrial, en el que el papel de la ciencia tecnología e innovación sean pilares

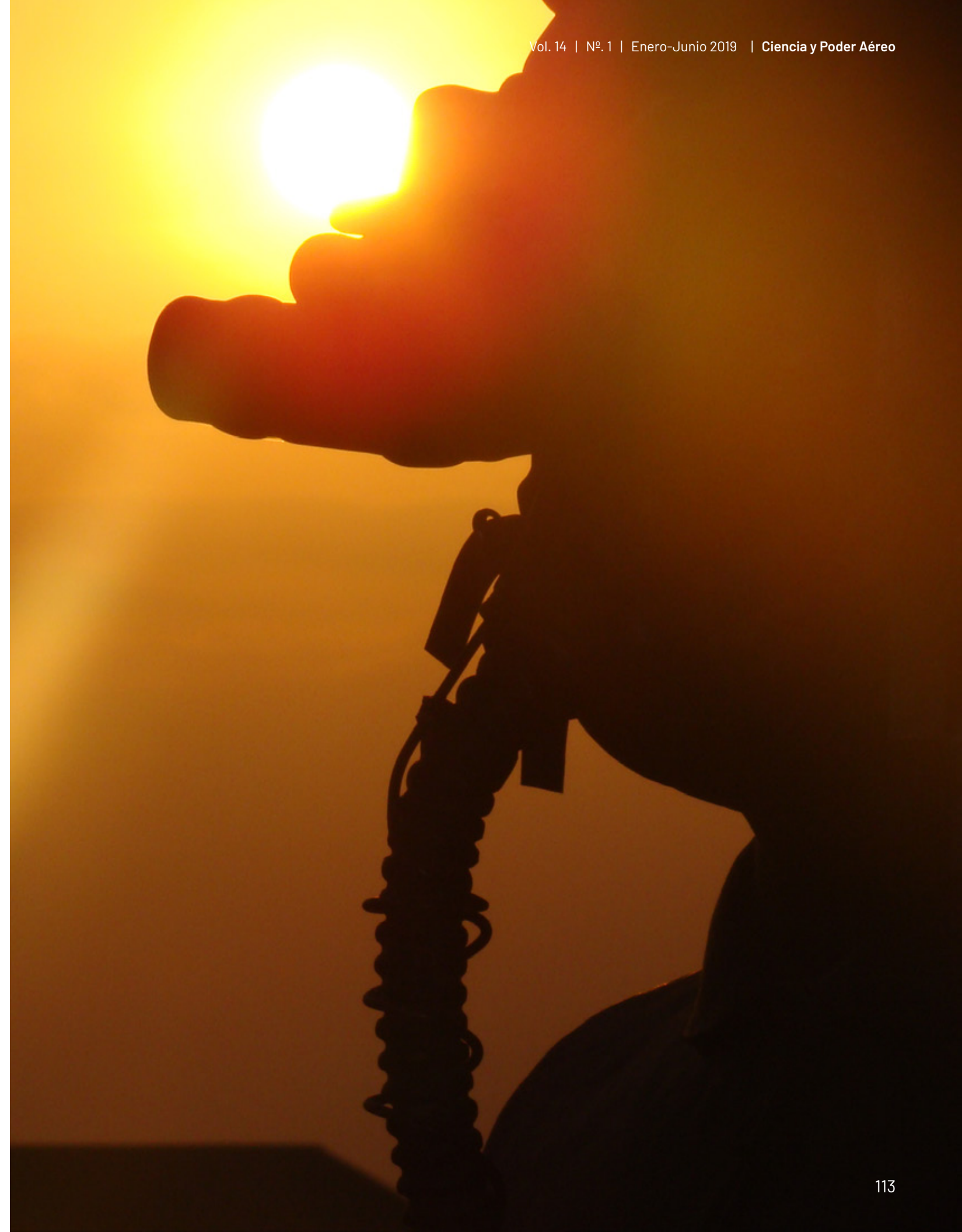
fundamentales en la transformación de los modelos de educación, la participación e inclusión de las empresas en la financiación y desarrollo de su propia tecnología, la creación de instituciones y grupos de investigación y desarrollo de nuevas tecnologías, los cambios culturales de la sociedad, las mejoras en el capital humano, el aumento de la ayuda internacional y las alianzas con otros países, son solo algunos de los factores claves a tener presentes en el éxito de países como a Corea y Japón, como referentes internacionales de desarrollo.

Una señal de que Colombia puede lograr un desarrollo económico soportado en la tecnología, se encuentra en las ciencias militares, quienes han logrado destacarse a nivel regional en la creación de nuevas tecnologías militares; queda claro que antes de comprar la tecnología obsoleta que otros países desechan, se deben consolidar herramientas para incubarla, crearla e implementarla en aras de la conquista de mercados internacionales.

REFERENCIAS

- Agarriza, J. (2013). La dimensión política del posconflicto: Discusiones conceptuales y avances empíricos. *Revista del Departamento de Ciencia Política*, 4, 144-176. Recuperado de: <https://conpaz.uniandes.edu.co/es>
- Amézquita, P. (2009). Corea Del Sur: Un ejemplo exitoso de la planeación estatal. *Diálogos de Saberes*, 30, 261-271. ISSN 0124-0021
- Call, C. y Cousens, E. (2008). Poner fin a las guerras y construir la paz: respuestas internacionales a las sociedades devastadas por la guerra. *International Studies Perspectives*, 1-21.
- Colombia INN. (2018). Colombia exhibe en Expodefensa innovaciones militares para el posconflicto. Recuperado de: <http://colombia-inn.com.co/colombia-exhibe-en-expodefensa-innovaciones-militares-para-el-posconflicto/>
- CRCOM - Comisión de Regulación de Comunicaciones. (2017). Reporte De Industria Del Sector TIC 2016. Recuperado de: https://crcom.gov.co/recursos_user/2017/Reporte_de_Industria_v_Final_publicada.pdf
- DANE. (2017). Reporte De Industria Del Sector TIC 2016. Recuperado de: https://crcom.gov.co/recursos_user/2017/Reporte_de_Industria_v_Final_publicada.pdf
- Departamento Nacional de Planeación. (2014). Plan Nacional de desarrollo 2014-2018. Recuperado de: <https://www.minagricultura.gov.co/planeacion-control-gestion/Gestin/Plan%20de%20Acci%C3%B3n/PLAN%20NACIONAL%20DE%20DESARROLLO%202014%20-%202018%20TODOS%20POR%20UN%20NUEVO%20PAIS.pdf>
- Foray, D. (2002). La sociedad del conocimiento. *Revistas Internacionales de Ciencias Sociales*, 171. Recuperado de: <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SHS/pdf/171-fulltext171spa.pdf>
- García, F. (2002). Crecimiento económico en Corea del Sur (1961-2000): aspectos internos y factores internacionales. Madrid: Síntesis.
- Galtung, J. (2001). After violence, reconstruction, reconciliation, and resolution: Coping with visible and invisible effects. En *Reconciliation, justice, and coexistence: Theory and practice* (pp. 3-23). Lanham, Maryland: Lexington Books.
- Garzón, J., Parra, A., y Pineda, A. (2003). *El Posconflicto en Colombia: coordenadas para la paz*. Bogotá: Universidad Javeriana.
- Haggard, S. (1990). Korea: From Import Substitution to Export-Led Growth. En *Pathways from the Periphery: The Politics of Growth in the Newly Industrializing Countries* (pp. 51-75). N. York: Cornell University Press.

- Heyjie, J. y Mah, J. (2014). The Role of the Government in Science and Technology Education of Korea. *Science Technology & Society*, 19(2), 199-227. Recuperado de: <https://doi.org/10.1177/0971721814529877>.
- Höglund, K. (2005). Violencia y negociaciones de paz: hacia una comprensión de las crisis inducidas por la violencia en Guatemala, Irlanda del Norte, Sudáfrica y Sri Lanka. *Papel Político*, (17). ISSN: 0122-4409. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=777/77720407001>
- Japan Fact Sheet. (s.f.). Haciendo frente a los retos del futuro. Recuperado de: http://web-japan.org/factsheet/es/pdf/es39_employment.
- Labra, R. y Myrna, J. (2017). El sistema de ciencia y tecnología de Corea del Sur: ¿un ejemplo de colaboración internacional para Europa? *Revista de Estudios Empresariales*, 2, 48 - 76. Recuperado de: <https://revistaselectronicas.ujaen.es/index.php/REE/article/.../3049>
- Lew, S. (1999). Democratization and Government Intervention in the Economy: Insights on the Decision-Making Process from the Automobile Industrial Policies. En *Democracy and the Korean Economy* (pp. 135-170). Stanford, California: Hoover Institution Press; Stanford University.
- López, J. (2010). Automobile, Information and Communication Technology and Space Industries as Icons of South Korean Economic Nationalism. *Pacific Focus*, 25(15), 289-312.
- López, J. (2016). Bases del desarrollo industrial en Corea del Sur: análisis de la política económica integral. Bogotá: Universidad Jorge Tadeo Lozano. Recuperado de: http://www.utadeo.edu.co/files/collections/documents/field_attached_file/jf_lopez_aymes_bases_del_desarrollo_industrial_en_corea_del_sur_-_ovap
- Molan, A. (2014). Entre transición y restauración: desafíos para la sociedad colombiana en el posconflicto. Bogotá: Fundación Konrad Adenauer.
- Nieto, K., y Orozco, J. (2012). Ciencia, Tecnología e Innovación: Proceso sostenible para Colombia. *Revista Academia Libre*, 3. Recuperado de: <http://www.unilibrebaq.edu.co/ojsinvestigacion/index.php/academialibre/article/download/593>
- Núñez, J. (Febrero de 2012). Nuevas Tecnologías para la Educación [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <http://blog.catedratelefonica.deusto.es/las-ntic-y-educacion-en-japon/>
- OECD. (2013). Estudios de la OCDE de las Políticas de Innovación: Colombia. Recuperado de: <https://www.oecd.org/sti/inno/colombia-innovation-review-assessment-and-recommendations-spanish.pdf>
- Ossa, C., Candelo, R. y Mera, D. (2000). La reforma agraria, perspectivas internacionales. *Economía Colombiana y Coyuntura Política*, 278.
- Quintero, R. (2012). *Cultura y Tecnología*. México: UNAM-CFATA.
- Wasserman, M. (Junio de 2017). Ciencia, tecnología e innovación en Colombia hoy. *El Tiempo*, p. A1-A5.
- Zalduendo, E. (2003). Desarrollo Tecnológico de Japón. En *The technological Transformation of Japan - From the XXI Century* (pp. 3-20). Cambridge University Press: Cambridge U.K. 1994.



Operational Safety and Aeronautical Logistics

Juan José Delgado Morán
 Universidad Católica San Antonio de Murcia, España. Universidad Antonio de Nebrija, España.

Jonnathan Jiménez Reina
 Escuela Superior de Guerra "General Rafael Reyes Prieto", Colombia.

Roger Jiménez Reina
 Universidad Sergio Arboleda, Colombia.

Strategic Military

Military Air Transport in Modern Military Operations*



CIENCIA Y PODER AÉREO

ISSN 1909-7050 / E-ISSN 2389-2468 / Volumen 14 (1) Enero-Junio de 2019/ Colombia/ Pp. 114-147.



Citación: Delgado, J., Jiménez, J., Jiménez, R. (2019). Transporte Aéreo Estratégico Militar en las Operaciones Militares Modernas. *Ciencia y Poder Aéreo*, 14 (1), 114-147. Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.625>

Juan José Delgado Morán

Licenciado en Criminología por la Universidad de Alicante. Máster oficial en Prevención de Riesgos por la Universidad Camilo José Cela de Madrid. Máster oficial en Análisis y Prevención del Terrorismo por la Universidad Rey Juan Carlos de Madrid. Máster oficial en Derecho penitenciario por la Universidad de Murcia. Experto en Seguridad Nacional por la Universidad de Salamanca. Doctor en criminología por la Universidad Católica San Antonio de Murcia, España. Miembro de la Cátedra Global Nebrija-Santander en Gestión de Riesgos y Conflictos. Miembro del grupo de investigación sobre "Conflictos territoriales en América Latina". Director de la investigación. jjdelgado@ucam.edu
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9945-8235>

Jonnathan Jiménez Reina

Candidato a Doctor en Seguridad Internacional de la Universidad Nacional de Educación a Distancia, España. Magíster en Seguridad y Defensa Nacionales de la Escuela Superior de Guerra "General Rafael Reyes Prieto", Colombia. Profesional en Política y Relaciones Internacionales de la Universidad Sergio Arboleda, Colombia. Coordinador metodológico de todo el texto. jonnathan.jimenez@esdegue.edu.co
 CvLAC: http://scienti.colciencias.gov.co:8081/cvllac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001643319
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9042-834X>

Roger Jiménez Reina

Profesional en Política y Relaciones Internacionales de la Universidad Sergio Arboleda, Colombia. Estudiante de la Escuela Mayor de Derecho de la Universidad Sergio Arboleda, Colombia. Asistente de la investigación. roger.jimenez@correo.usa.edu.co
 CvLAC: https://scienti.colciencias.gov.co/cvllac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001704062
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9658-0051>

ABSTRACT

Due to the urgency of the Modern Military Operations, the forces need a means that projects them in relatively short times, where the Strategic Military Air Transport Capacity acquires a predominant role. Also, it is essential to highlight the influence of technology on the air environment, which has allowed the capacity of cargo and passengers to be increasingly greater and with fewer terrestrial easements. Noticeably, the projection of forces can be carried out by other means of locomotion, but the speed and gradual increase of cargo holdings mean that the air environment can provide the forces with the mobility and flexibility required in current conflicts. That is why the present research aims to provide an analysis of the importance and implications of the Strategic Military Air Transport Capacity in Modern Military Operations.

KEY WORDS:

Air environment, Technology, Military Air Transport.

*Article of Reflection taken from collaborative research projects: a) research project of the research group "Nebrija-Santander Global Chair in Risk and Conflict Management", attached to and funded by the Universidad Antonio de Nebrija, Spain; and b) "New threats in the 21st century: Borders and Human Rights", from the research line "Security and Defense Policies and Models", of the Research Group "Centro de Gravedad" (Center of Gravity), recognized and categorized in (A) by COLCIENCIAS, registered under code COL0104976, linked to the Center for Strategic Studies in National Security and Defense -CSEDN, by its Spanish acronym-, attached to and funded by the Escuela Superior de Guerra "General Rafael Reyes Prieto", Colombia.

Segurança Operacional e Logística Aeronáutica

Juan José Delgado Morán
 Universidad Católica San Antonio de Murcia, España. Universidad Antonio de Nebrija, España.

Jonnathan Jiménez Reina
 Escuela Superior de Guerra "General Rafael Reyes Prieto", Colombia.

Roger Jiménez Reina
 Universidad Sergio Arboleda, Colombia.

Transporte aéreo

militar estratégico em operações militares modernas*



CIENCIA Y PODER AÉREO

ISSN 1909-7050 / E- ISSN 2389-2468 / Volumen 14 (1)
 Enero-Junio de 2019/ Colombia/ Pp. 114-147.



Citación: Delgado, J., Jiménez, J., Jiménez, R. (2019). Transporte Aéreo Estratégico Militar en las Operaciones Militares Modernas. *Ciencia y Poder Aéreo*, 14 (1), 114-147. Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.625>

Juan José Delgado Morán

Licenciado en Criminología por la Universidad de Alicante. Máster oficial en Prevención de Riesgos por la Universidad Camilo José Cela de Madrid. Máster oficial en Análisis y Prevención del Terrorismo por la Universidad Rey Juan Carlos de Madrid. Máster oficial en Derecho penitenciario por la Universidad de Murcia. Experto en Seguridad Nacional por la Universidad de Salamanca. Doctor en criminología por la Universidad Católica San Antonio de Murcia, España. Miembro de la Cátedra Global Nebrija-Santander en Gestión de Riesgos y Conflictos. Miembro del grupo de investigación sobre "Conflictos territoriales en América Latina". Director de la investigación. jjdelgado@ucam.edu
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9945-8235>

Jonnathan Jiménez Reina

Candidato a Doctor en Seguridad Internacional de la Universidad Nacional de Educación a Distancia, España. Magíster en Seguridad y Defensa Nacionales de la Escuela Superior de Guerra "General Rafael Reyes Prieto", Colombia. Profesional en Política y Relaciones Internacionales de la Universidad Sergio Arboleda, Colombia. Coordinador metodológico de todo el texto. jonnathan.jimenez@esdegue.edu.co
 CvLAC: http://scienti.colciencias.gov.co:8081/cvllac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001643319
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9042-834X>

Roger Jiménez Reina

Profesional en Política y Relaciones Internacionales de la Universidad Sergio Arboleda, Colombia. Estudiante de la Escuela Mayor de Derecho de la Universidad Sergio Arboleda, Colombia. Asistente de la investigación. roger.jimenez@correo.usa.edu.co
 CvLAC: https://scienti.colciencias.gov.co/cvllac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001704062
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9658-0051>

RESUMO

Devido à urgência das Operações Militares Modernas, as forças precisam de um meio que as projete em tempos relativamente curtos, em que a Capacidade Estratégica de Transporte Aéreo Militar adquira um papel preponderante. Além disso, é importante destacar a influência da tecnologia no âmbito aéreo, o que permitiu que a capacidade de carga e passageiros fosse cada vez maior e com menos servidões terrestres. Claramente, a projeção de forças pode ser realizada por outros meios de locomoção, mas a velocidade e o aumento gradual dos estoques de carga, façam com que o ambiente aéreo possa fornecer às forças da mobilidade e a flexibilidade necessárias nos conflitos atuais. É por isso que a presente investigação visa fornecer uma análise da importância e implicações da capacidade do Transporte Aéreo Estratégico Militar nas Operações Militares Modernas.

PALAVRAS-CHAVE:

meio aéreo, tecnologia, transporte aéreo militar.

* Artigo de reflexão resultante de pesquisa em colaboração com projetos de pesquisa: a) projeto de pesquisa do grupo de pesquisa "Cadeira Global Lebrja-Santander em Gerenciamento de Riscos e Conflitos", registrado e financiado pela Antonio de Nebrija, Spain, Espanha ; e b) "Novas ameaças no século XXI: fronteiras e direitos humanos", da linha de pesquisa "Políticas e modelos de segurança e defesa", do Centro de Pesquisa "Centro de Gravidade", reconhecido e categorizado em (A) por COLCIENCIAS, registrado com o código COL0104976, vinculado ao Centro de Estudos Estratégicos em Segurança Nacional e Defesa -CSEDN-, associado e financiado pela Escola Superior de Guerra "General Rafael Reyes Prieto", Colômbia.

Sección Seguridad Operacional y Logística Aeronáutica

Juan José Delgado Morán
 Universidad Católica San Antonio de Murcia, España. Universidad Antonio de Nebrija, España.

Jonnathan Jiménez Reina
 Escuela Superior de Guerra "General Rafael Reyes Prieto", Colombia.

Roger Jiménez Reina
 Universidad Sergio Arboleda, Colombia.

Transporte aéreo

estratégico militar en las operaciones militares modernas*



CIENCIA Y PODER AÉREO

ISSN 1909-7050 / E-ISSN 2389-2468 / Volumen 14 (1)
 Enero-Junio de 2019/ Colombia/ Pp. 114-147.



Citación: Delgado, J., Jiménez, J., Jiménez, R. (2019). Transporte Aéreo Estratégico Militar en las Operaciones Militares Modernas. *Ciencia y Poder Aéreo*, 14 (1), 114-147. Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.625>

Juan José Delgado Morán

Licenciado en Criminología por la Universidad de Alicante. Máster oficial en Prevención de Riesgos por la Universidad Camilo José Cela de Madrid. Máster oficial en Análisis y Prevención del Terrorismo por la Universidad Rey Juan Carlos de Madrid. Máster oficial en Derecho penitenciario por la Universidad de Murcia. Experto en Seguridad Nacional por la Universidad de Salamanca. Doctor en criminología por la Universidad Católica San Antonio de Murcia, España. Miembro de la Cátedra Global Nebrija-Santander en Gestión de Riesgos y Conflictos. Miembro del grupo de investigación sobre "Conflictos territoriales en América Latina". Director de la investigación. jjdelgado@ucam.edu
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9945-8235>

Jonnathan Jiménez Reina

Candidato a Doctor en Seguridad Internacional de la Universidad Nacional de Educación a Distancia, España. Magíster en Seguridad y Defensa Nacionales de la Escuela Superior de Guerra "General Rafael Reyes Prieto", Colombia. Profesional en Política y Relaciones Internacionales de la Universidad Sergio Arboleda, Colombia. Coordinador metodológico de todo el texto. jonnathan.jimenez@esdegue.edu.co
 CvLAC: http://scienti.colciencias.gov.co:8081/cvllac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001643319
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9042-834X>

Roger Jiménez Reina

Profesional en Política y Relaciones Internacionales de la Universidad Sergio Arboleda, Colombia. Estudiante de la Escuela Mayor de Derecho de la Universidad Sergio Arboleda, Colombia. Asistente de la investigación. roger.jimenez@correo.usa.edu.co
 CvLAC: https://scienti.colciencias.gov.co/cvllac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001704062
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9658-0051>

* Artículo de reflexión resultado de investigación en colaboración de los proyectos de investigación: a) proyecto de investigación del grupo de investigación "Cátedra Global Nebrija-Santander en Gestión de Riesgos y Conflictos", adscrito y financiado por la Antonio de Nebrija, Spain, España; y b) "Nuevas amenazas en el siglo XXI: Fronteras y Derechos Humanos", de la línea de investigación "Políticas y Modelos de Seguridad y Defensa", del Grupo de Investigación "Centro de Gravedad", reconocido y categorizado en (A) por COLCIENCIAS, registrado con el código COL0104976, vinculado al Centro de Estudios Estratégicos en Seguridad y Defensa Nacionales -CSEDN-, adscrito y financiado por la Escuela Superior de Guerra "General Rafael Reyes Prieto", Colombia.

RESUMEN

Debido a la urgencia de las Operaciones Militares Modernas, las fuerzas necesitan de un medio que las proyecte en tiempos relativamente cortos, donde la Capacidad de Transporte Aéreo Estratégico Militar adquiere un papel preponderante. Asimismo, es importante destacar la influencia de la tecnología en el medio aéreo, que ha permitido que la capacidad de carga y pasajeros sea cada vez mayor y con menos servidumbres terrestres. Claramente la proyección de fuerzas puede realizarse por otros medios de locomoción, pero la velocidad y el aumento paulatino de las bodegas de carga hacen que el medio aéreo pueda dotar a las fuerzas de la movilidad y flexibilidad que se requieren en los conflictos actuales. Es por esto, por lo que la presente investigación tiene como objetivo proporcionar un análisis de la importancia e implicaciones de la Capacidad de Transporte Aéreo Estratégico Militar en las Operaciones Militares Modernas.

PALABRAS CLAVE:

medio aéreo, tecnología, transporte aéreo militar.



Los textos publicados en esta revista están sujetos –si no se indica lo contrario– a una licencia de Reconocimiento 4.0 Internacional de Creative Commons. La licencia completa se puede consultar en https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es_ES.

Aprobado evaluador interno: 15/08/2019
 Aprobado evaluadores externos: 28/08/2019

INTRODUCCIÓN

La seguridad de los ciudadanos ha sido concebida, desde el ámbito de la teoría política, como uno de los principales fines del Estado. Desde la modernidad, periodo histórico en el que surge y se consolida el Estado-Nación como forma de organización política, se entendió la preservación de la vida de los individuos que componen el cuerpo social como uno de los principales objetivos bajo los cuales se concibió el Estado, si no el más importante. Tal es la preponderancia de la seguridad en la construcción del Estado que Thomas Hobbes afirmó:

La causa final, fin o designio de los hombres (que naturalmente aman la libertad y el dominio sobre los demás) al introducir esta restricción sobre sí mismos (en la que los vemos vivir formando Estados) es el cuidado de su propia conservación y, por añadidura, el logro de una vida más armónica. (Hobbes, 1980, p.137)

Este autor, aun en su definición de Estado, reconoce que su objeto es el uso de la fortaleza para asegurar la paz y la defensa común (Hobbes, 1980). Es decir, el Estado debe servir, en primer lugar, para la preservación de la vida de los individuos que lo conforman; así la seguridad se constituye en su función elemental, sin la cual el Estado no puede desarrollar otras funciones que le han sido atribuidas, especialmente en el marco contemporáneo de un Estado Social de Derecho.

De igual manera, la teoría liberal clásica ha concebido un modelo de Estado gendarme que está limitado a las funciones de protección de los ciudadanos contra la violencia (Nozick, 1988). Es decir, en esta visión, la seguridad es el único fin al que el Estado se debe. De acuerdo con lo anterior, se entiende el significado y el carácter que la seguridad toma para el Estado. Incluso las visiones más reduccionistas del aparato estatal le otorgan la función de ser garante de la vida y la protección de sus ciudadanos; y la convierte en su función más importante.

Por tal razón, los Estados deben adaptarse a los desafíos que se les presentan en cada contexto particular, en materia de seguridad. El deber de preservar la vida de los ciudadanos obliga al Estado a responder a aquellos actores y escenarios que significan una amenaza potencial contra su población. Por ello, es importante entender los nuevos desafíos en materia de seguridad y la manera cómo los estados pueden responder a ellos.

En ese sentido, cobra importancia el fenómeno de la globalización, encargado de conectar el mundo, reducir las distancias entre los distintos grupos humanos y en todo ámbito imaginable. Con este fenómeno han surgido nuevos desafíos para la seguridad en el Sistema Internacional (Ardila y Cubides, 2017), puesto que la interconexión a la que se ha sometido el globo, especialmente a partir de la finali-

zación de la Guerra Fría, generó el efecto de que cualquier estado se pueda ver afectado a causa de un evento o un conflicto que suceda en cualquier parte del mundo.

Es por esta razón, que los Estados deben adaptar sus fuerzas militares a los desafíos de seguridad que impone un escenario de globalización, en el que las amenazas a la seguridad de los estados y sus respectivas poblaciones no se encuentran únicamente a través de sus fronteras, sino que pueden ubicarse en cualquier parte del globo. Es necesario, por tanto, que los Estados acoplen la estructura de sus fuerzas militares para responder a esos nuevos desafíos en los que requieren capacidad para desplazarse y operar a grandes distancias de sus respectivas fronteras.

En este sentido, la evolución del concepto de empleo de las Fuerzas Armadas de los países occidentales, tras la finalización de la Guerra Fría, ha obligado a estos a reestructurar sus fuerzas y a modificar sus capacidades en la búsqueda de unidades polivalentes capaces de desplegar en escenarios lejanos en muy breve espacio de tiempo (Santé, 2014).

Por esto, las fuerzas armadas de las naciones están en proceso de cambio, su meta principal es el logro de tener unas fuerzas con la capacidad de ayudar en la defensa colectiva. Asimismo, deben lograr un nivel de preparación que les

permita mantener los intereses de su nación fuera de sus fronteras interiores, donde se producen conflictos que repercuten indirectamente en su país.

De lo expuesto, es que podemos afirmar con muy poco margen de error, que el concepto estratégico en el que se ha basado el desarrollo de la defensa europea durante las décadas que siguieron a la Segunda Guerra Mundial, ha tenido una influencia directa en las enormes deficiencias que presentan hoy en día las Capacidades de Transporte Aéreo Estratégico Militar en Europa (Navarro, 2011).

Muestra de lo anterior, es que el único miembro de la OTAN (Organización del Tratado del Atlántico Norte) que se ha dotado de medios de Transporte Aéreo Estratégico Militar e impulsado su industria para ello, ha sido Estados Unidos. Ejemplo de esto es el C-17 Globemaster que menciona Bolkcom

(2004) y el C-5 Galaxy que retoma Martin (2018), con capacidad de transportar hasta 285.000 kg de carga de pago¹ a 6500 nm.

Por el contrario, la tendencia de los socios continentales ha sido la de dotarse de materiales medios o ligeros con grandes características para el Transporte Aéreo Táctico, pero con limitaciones en capacidad de carga y radio de acción a la hora de realizar Transportes Aéreos Estratégicos hacia o desde escenarios lejanos. Así, a principios de la década de los noventa, las potencias europeas operaban amplias flotas de C-130 "Hércules" (Martin, 2015), C-160 "Transall" (Military-Today, s.f.) o FIAT G-222 (Military Factory, 2018b), complementadas con modelos más modernos, como los CASA-NURTANIO-235 (Military Factory, 2018a), el CASA-295 (AIRBUS, 2018) o el ALENIA C-27J

¹ Carga de Pago es la capacidad de una aeronave para transportar carga, pasajeros o ambos dos.



“Spartan”, entre otros; todos ellos plataformas de alcance medio y con capacidad de carga reducida, en donde el C-130 es el que mayor capacidad de carga de pago tiene con 22.000 kg (Navarro, 2011).

Claramente, los Estados Unidos como potencia hegemónica, han liderado el concierto de naciones que integran la OTAN en el proceso de mejora de la Capacidad de Transporte Aéreo Estratégico Militar, ya sea por la distancia que tiene de Europa o por la variedad de conflictos en los que ha participado con sus fuerzas expedicionarias.

No está demás decir que, mejorar la capacidad de despliegue supone un esfuerzo dedicado a la racionalización y organización de las unidades. Las fuerzas armadas europeas no han sido una excepción en este proceso evolutivo

hacia la racionalización, como lo atestigua la tendencia actual hacia la potenciación de su polivalencia. Se buscan unidades cuyas características les permitan afrontar todo el rango de intensidad de un conflicto, pero cuyos recursos puedan ser proyectados con más facilidad (Santé, 2014).

Por eso, es importante destacar que la reorganización de las fuerzas armadas debe ir de la mano con una inversión que permita la obtención de la capacidad para el traslado de las unidades que se necesitan proyectar.

Es por ello, que la Capacidad de Transporte Aéreo Estratégico Militar ha generado en las fuerzas armadas la necesidad de organizar y rediseñar la estructura de movimiento y transporte, y también su capacidad de proyección, en un

abanico que abarca desde la creación de Centros de Coordinación de Movimientos tanto nacionales como internacionales, hasta la creación de Mandos conjuntos y/o específicos nacionales e internacionales (Santé, 2014).

Estos centros de coordinación de transportes han surgido por los escasos medios de Transporte Aéreo Estratégico Militar y la necesidad de maximizar su uso, utilizando sistemas que permitan coordinar y aprovechar al máximo las capacidades estratégicas.

Por lo tanto, la maximización de los recursos logra una ventaja superior cuando se aprovecha la utilización de la Capacidad de Transporte Aéreo Estratégico Militar en las operaciones internacionales, integrando coaliciones que permitan aprovechar las diferentes capacidades que otorga cada país.

Las misiones que se realizan en los ejércitos en estos tiempos y que, seguramente, van a marcar las tareas de la OTAN en los próximos años, involucran a las fuerzas para ser desplegadas fuera del territorio de los países integrantes de la organización y, en algunos casos, sean a grandes distancias. Esto implica a las naciones a buscar una solución para el movimiento y transporte de las fuerzas.

Dentro de la capacidad de proyección, los medios de Transporte Aéreo Estratégico Militar son los que mayor demanda van a tener y aquellos en los que la Alianza, volcada hasta no hace muchos años en misiones (artículo 5), tiene mayores carencias². Más concretamente, los medios aéreos que proporcionan capacidades de des-

² El principio de defensa colectiva es la piedra angular del tratado fundacional de la OTAN. Sigue siendo el principio único y permanente que une a sus miembros y establece un espíritu de solidaridad dentro de la Alianza. Este principio está consagrado en el artículo 5 del Tratado del Atlántico Norte, que estipula que un ataque contra uno de los Aliados se considerará un ataque contra todos los aliados.

Artículo 5. Las partes convienen en que un ataque armado contra una o contra varias de ellas, acaecido en Europa o en América del Norte, se considerará como un ataque dirigido contra todas ellas y, en consecuencia, acuerdan que si tal ataque se produce, cada una de ellas, en ejercicio del derecho de legítima defensa individual o colectiva, reconocido por el artículo 51 de la Carta de las Naciones Unidas, asistirá a la Parte o Partes así atacadas, adoptando seguidamente, individualmente y de acuerdo con las otras Partes, las medidas que juzgue necesarias, incluso el empleo de la fuerza armada, para restablecer y mantener la seguridad en la región del Atlántico Norte. Todo ataque armado de esta naturaleza y toda medida adoptada en consecuencia se pondrán, inmediatamente, en conocimiento del Consejo de Seguridad. Estas medidas cesarán cuando el Consejo de Seguridad haya tomado las medidas necesarias para restablecer y mantener la paz y la seguridad internacionales.

pliegue estratégico son aquellos a los que es necesario prestar mayor atención por las distancias en las que se desarrollan muchas de las misiones y la premura de tiempo para que los despliegues sean también efectivos (Gómez, 2009).

Debido a la escasez de recursos para materializar la Capacidad de Transporte Aéreo Estratégico Militar, es que se hace necesario materializar una organización que permita ejecutar el planeamiento y coordinación de los medios en cuestión.

Para ello, se realizará una descripción de las iniciativas internacionales que adoptaron algunos integrantes de la OTAN/UE (Unión Europea) de manera colectiva, de manera tal que pueda hacerse un aprovechamiento de los medios aéreos de cada nación.

1. EL CENTRO DE COORDINACIÓN DE MOVIMIENTOS EUROPEO

Una de las organizaciones que posibilitan el uso eficiente de los medios aéreos de Transporte Aéreo Estratégico de Europa, es el Centro de Coordinación de Movimientos Europeo (MCCE - Movement Coordination Center Europe). Este se constituye como una organización soberana e independiente de la OTAN, pero utiliza los medios de esta, para explotar sus capacidades y aprovechar estos medios con el mayor rédito posible.

El MCCE es una organización que tuvo su origen en el año 2007, y que reconoce la importancia del Transporte Estratégico por vía aérea, terrestre y marítima. Tiene la capacidad de realizar una coordinación multinacional de medios de transporte con el fin de lograr una mayor optimización y uso eficiente de estos. En definitiva, el propósito principal es proveer alternativas rentables y de bajo costo para los miembros de la organización, ya sea por medios propios o de alquiler realizado por los miembros de las naciones, bien sea por aire, tierra o el mar (MCCE, 2018).

Es necesario destacar que el MCCE tiene su origen en la fusión del EAC (European Airlift Centre) y el SCC (Sealift Coordination Center).

Esta organización, ha posibilitado la gestión de los medios de las naciones, así como sus necesidades con el objetivo principal de maximizar la capacidad de

movimiento y transporte de las naciones miembros. En definitiva, busca sumar esfuerzos para obtener un uso eficiente de los medios de transporte y que el coste operativo sea igual o menor a que si tuvieran que afrontar el gasto de manera individual.

El MCCE está localizado en la Base Aérea Militar de Eindhoven en Países Bajos, junto al Comando de Transporte Aéreo Europeo (EATC - European Air Transport Command).

1.1. MISIÓN DEL MCCE.

La Misión del MCCE es: coordinar el Transporte Estratégico (Aire, Mar y Tierra) y la capacidad de reabastecimiento de combustible por vía Aérea de los requerimientos de rutina o ejercicios solicitados, identificando los medios disponibles con el fin de lograr la eficacia y eficiencia necesaria para la coordinación de los medios seleccionados. Compartir la voluntad de cooperar y visualizar los requerimientos y oportunidades son los tres elementos vitales para lograr el éxito de la misión del MCCE.

Asimismo, el MCCE debe:

- Estar preparado para coordinar el apoyo a las operaciones de las siguientes organizaciones: UE, OTAN y ONU (Organización de Naciones Unidas).
- Estar preparado para coordinar servicios a terceras partes a requerimiento de uno de los miembros de la organización.

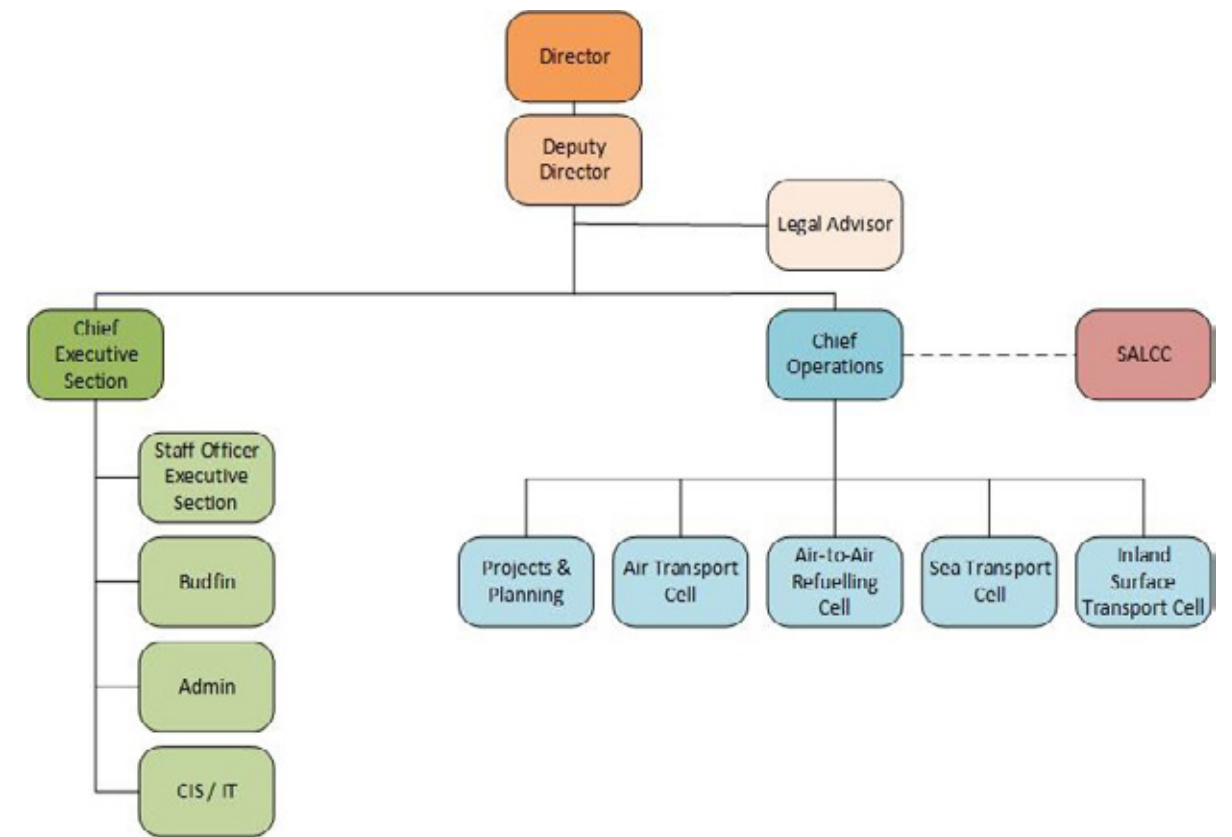


Figura 1. Organización del MCCE Por MCCE (2018).

1.2. ORGANIZACIÓN DEL MCCE.

La organización del MCCE queda claramente definida en el organigrama que se detalla en la Figura 1.

En el organigrama se puede observar una célula que se refiere a los medios de Transporte aéreo. Dicha célula, tiene el propósito de coordinar los requerimientos de Transporte Aéreo de los miembros de las naciones utilizando su capacidad de carga y las capacidades de otras naciones.

La coordinación provee a las naciones de la cobertura necesaria para las misiones operativas, de los ejercicios y de las misiones de entrenamiento para sostenimiento. En definitiva, la misión es ayudar a las naciones miembros a

obtener mayor rédito por las inversiones realizadas, a través de la cooperación inteligente y el mejor uso de los recursos en un mundo donde cada día los presupuestos son más austeros.

La sinergia producida por la asociación de países que comparten las mismas misiones, organizaciones, entorno geográfico y en muchas ocasiones problemas comunes de seguridad, permiten resolver el problema planteado a coste económico cero³, ya que la necesidad puede ser cubierta por otra nación (Santé, 2014).

³ Coste económico 0, quiere decir que no han debido realizar un gasto mayor al que hubieran tenido que ejecutar si lo hubieran realizado con medios propios.

2. EL COMANDO EUROPEO DE TRANSPORTE AÉREO

El Comando Europeo de Transporte Aéreo (EATC - European Air Transport Command) es un comando multinacional único. Su cuartel general está localizado en la Base Aérea de Eindhoven en Países Bajos. La flota está compuesta de 160 medios localizados en las bases aéreas de las 7 naciones miembros de dicha organización (EATC, 2018).

El EATC es la única organización para el transporte aéreo militar, reabastecimiento en vuelo y evacuación aeromédica dentro de Europa. El objetivo general de la organización es desarrollar los esfuerzos de transporte aéreo de las naciones miembro y lograr la eficacia y eficiencia que requieren las operaciones; en definitiva, es operar al menor costo posible cubriendo las necesidades de los diferentes países.

La idea del EATC nació en el año 1999, cuando Francia y Alemania buscaron la cooperación bilateral en el campo del transporte aéreo. La Unión Europea y la OTAN, identificaron las deficiencias en el dominio del transporte estratégico, por lo que fue necesario el desarrollo de una organización con alto grado de cooperación multinacional y una estructura operacional y funcional de autoridad. En septiembre del año 2010, se establecieron las reglas que posibilitaron la inauguración del EATC por los 4 miembros fundadores (EATC, 2018).

En cuanto a las funciones y tareas que cumple el EATC, y especialmente en lo referente al transporte Aéreo, encontramos que dicha organización realiza el movimiento de carga y pasajeros alrededor del mundo, utilizando medios estratégicos y tácticos. Asimismo, provee

la capacidad para el sostenimiento de los mismos en el teatro de operaciones (EATC, 2018).

El EATC asegura el comando y control del transporte aéreo con una flota multinacional y diversa. La diversidad de la flota multinacional, 20 tipos de aeronaves, otorga al EATC la flexibilidad necesaria para optimizar misiones.

El EATC se basa en dos pilares fundamentales. Por un lado, la rama operativa se encarga de asegurar la máxima interoperabilidad y eficiencia en el uso de los medios aéreos asignados. De otro lado, la rama funcional se encarga de establecer las condiciones para la mejor preparación de las unidades de cara a su utilización operativa. Esto le confiere un carácter integral, ya que los países miembros quieren que el EATC les permita

alcanzar la mayor eficiencia no sólo en el empleo operativo de los medios, sino también en aspectos tan sensibles nacionalmente como son el sostenimiento, la logística o el adiestramiento (Navarro, 2011)

El EATC tiene la capacidad de planear, ordenar tareas, y controlar durante las 24 horas, los 7 días de la semana, tantas misiones de carga y pasajeros, vuelos VIP, lanzamiento de paracaidistas, o el transporte de los requerimientos militares en teatros operacionales (EATC, 2018).

Asimismo, el EATC ofrece soluciones innovadoras a las naciones miembros. Un ejemplo del trabajo del EATC es el empleo del A-400M como nuevo medio de transporte, escribiendo una gran variedad de conceptos y regulaciones para el beneficio de y para las organizaciones que hacen uso de dicho medio (EATC, 2018).

Por lo expresado en el párrafo anterior, el EATC, debe lograr y garantizar la interoperabilidad de los medios en la ejecución de las operaciones. Por ello, es importante el adiestramiento combinado de las naciones. Para lograr ese cometido, el EATC ha introducido una serie de ejercicios multinacionales y cursos que permitirán el empleo eficiente de los recursos que las naciones ponen a disposición (EATC, 2018).

La creación de esta organización otorga algunas ventajas para la maximización de las operaciones aéreas de transporte, primordialmente, por la capacidad para realizar el planeamiento y ejecutar las operaciones; cuestión que es posibilitada por la soberanía que otorgan las naciones para la utilización de los medios. Para lo que Santé (2014) menciona:

[...] Incluso, gracias a la autoridad que se le otorga, OPCON⁴, dispone de la posibilidad de decidir sobre las fechas finales de ejecución cuando por cuestiones de optimización ello fuera necesario, aunque con el compromiso de ajustarse siempre a las fechas límite para la ejecución del movimiento [...] (p. 11)

Esto le permite decidir qué medios son los más aptos para cubrir las necesidades/requerimientos con los medios que han puesto a disposición las naciones miembros en la iniciativa que se está analizando.

Asimismo, el EATC no solo estuvo dirigido a la mejora de la operación de los medios de Transporte Aéreo Estratégico Militar de las naciones integrantes, sino también en la exploración para el perfeccionamiento en la preparación de la fuerza, técnicas operativas, planes de formación e instrucción, seguridad operacional, planes de mantenimiento programado, planes de reparación, etc.

El EATC nace con vocación de cubrir unos objetivos extrínsecos como son: la unificación de los

⁴ OPCON: es la autoridad delegada o transferida a un comandante para planear y conducir las actividades de las fuerzas asignadas, de manera que pueda desempeñar misiones o cometidos específicos, normalmente limitados por la función, el tiempo o el lugar, para desplegar las unidades asignadas y retener o delegar el Mando Táctico (TACOM) sobre ellas. No incluye autoridad para encomendar misiones diferentes a la totalidad o parte de las fuerzas asignadas o para reasignar los componentes de esas fuerzas. Tampoco incluye, de por sí, responsabilidades administrativas, ni logísticas. El momento en que el OPCON de una fuerza es delegado o transferido de un comandante a otro se denomina Cambio de Dependencia Operativa o CHOP (Change of Operational Control). SACEUR, normalmente, delegará el OPCON en un JFC (Armadas, 2017).

mandos de transporte de las naciones miembros hasta el punto de sustituirlos en muchos casos; la centralización, no sólo del uso sino de la gestión integral, de las flotas de transporte aéreo de los signatarios y el aprovechamiento de las sinergias que, en muchos aspectos, presenta esta opción en cuanto al mismo sostenimiento de las flotas; la formación y adiestramiento de sus tripulaciones y la unificación de doctrinas como se nombró en el párrafo anterior (Gómez, 2009).

Claramente, el esfuerzo al que acomete esta organización apunta a la mejora de la eficiencia de la Capacidad de Transporte Aéreo Estratégico Militar de manera tal que, ante la premura de las Operaciones Militares Modernas, se logre el éxito en las mismas.

Además de estas dos iniciativas de carácter internacional, MCCE y EATC, cuya andadura comenzó en el año 2007, los países europeos, con carácter individual, tratan de organizarse con el fin de optimizar la gestión a nivel nacional de sus recursos de transporte, siguiendo los patrones marcados por los EE. UU. en el campo del movimiento y transporte (Santé, 2014).

Finalmente, es necesario destacar la diferencia entre el rol del MCCE, que consiste en poner en contacto al proveedor de transporte "A" con el demandante de transporte "B" y realizar la coordinación necesaria, y por otro lado, encontramos que el rol del EATC es por sí mismo el de proveer del transporte gracias a la disposición de medios propios asignados en permanencia, por lo que tiene capacidad para responder directamente a las solicitudes, priorizando, programando y ordenando cada misión que sea necesaria para atender la demanda (Navarro, 2011).



3. LA FLOTA DE TRANSPORTE AÉREA EUROPEA

Otra iniciativa que se relaciona con la Capacidad de Transporte Aéreo es la generada como consecuencia del informe "Long-term Vision" publicado en el año 2006 por la Agencia Europea de Defensa (EDA), donde uno de los puntos principales del Plan de Desarrollo de Capacidades (CDP) de la Agencia contempla el desarrollo de una Flota de Transporte Aéreo Europea (EATF - European Air Transport Fleet)(Navarro, 2011).

El objetivo principal del EATF es lograr el aumento de la capacidad europea de carga por vía aérea disminuyendo los costos e incrementado la interoperabilidad.

Asimismo, con la mente puesta en el A400M, de todas las opciones posibles, la Agencia promueve un modelo combinado, con participación de los 8 países que toman parte activa en el programa de desarrollo del A400M, junto a la adquisición, en forma individual o colectiva, de nuevos aviones por parte de aquellos países que no forman parte de dicho programa(Navarro, 2011).

Las ventajas de esta iniciativa, reside en la capacidad que tienen los países, sin recursos para

adquirir medios de Transporte Aéreo Estratégico Militar de manera individual, de apuntarse a programas de adquisición como el del A400M, Eurofighter, etc.

Asimismo, y en relación con el punto anterior, se destaca que, por medio de la EATF, es posible que dichos países consigan dotarse de las infraestructuras de necesarias para el apoyo de dichos medios. La EATF, provee un marco de referencia con rasgos innovadores para la cooperación europea, a través de la prestación de servicios y aviones como el A400M o el C-130 Hércules. Esta iniciativa, se encuentra disponible para cualquier miembro de la Unión Europea.

El desarrollo de esta ha sido en concordancia con la estructura de comando y control del Comando Europeo de Transporte Aéreo (EATC).

En la Carta de Intención firmada en Bruselas, quedó determinado que la participación prevista de los miembros del EATF, tomará la siguiente forma: a) A través de la disponibilidad de medios de Transporte Aéreo Militar; b) O a través de la compra de horas de

vuelo para el cumplimiento de las operaciones; c) A través del intercambio de horas de vuelo o d) Por los beneficios obtenidos de compartir los servicios e infraestructuras aéreas.

Por otro lado, no podemos dejar de mencionar que el EATF, es un concepto totalmente compatible con el EATC, ya que, como afirma Víctor Manuel Navarro (2011), la EATF estaría en capacidad de operar bajo el control del Comando Europeo de Transporte Aéreo, donde este último asignaría misiones a la EATF al aprovecharla como una unidad más. Debe destacarse la importancia que tiene para esta organización, al igual que para la EATC, el control operacional de los medios con su respectiva cesión de soberanía.

Por último, es importante destacar que la EATF busca aumentar la interoperabilidad entre las tripulaciones y el desarrollo de procedimientos comunes entre las diferentes naciones. Todo esto encaminado a través de ejercicios que permitan la unificación de criterios de empleo con relación al A400M.



4. EL PROGRAMA DE ADMINISTRACIÓN DE CARGA AÉREA

El Programa de Administración de Carga por Vía Aérea de la OTAN (NAM - NATO Airlift Management) es una parte integral de la Agencia de Soporte y Adquisición de la OTAN y ejecuta la adquisición y sostenimiento en nombre de los miembros de las naciones de la Capacidad de Transporte Aéreo Estratégico (SAC - Strategic Airlift Capability) (NATO Support and Procurement Agency, 2018).

Dicha iniciativa administra todo el ciclo de vida del avión de transporte, C-17 Boeing Globemaster III. La ejecución de la misión de este sistema de armas es responsabilidad del brazo operacional del SAC,

la Unidad Militar Multinacional del Ala de Carga Pesada (HAW - Heavy Airlift Wing).

El Programa de Administración de carga por Vía Aérea está dividido en dos divisiones (NATO Support and Procurement Agency, 2018):

La división que administra el Sistema de Armas, cuyo principal objetivo es el ciclo de vida del C-17 y otros productos aeronáuticos.

La división que administra el sostenimiento del Ala es responsable de la provisión directa del HAW y de la administración del ciclo de vida de la infraestructura del SAC.

Gracias a los programas de sostenimiento del sistema de armas C-17, se ha logrado una disponibilidad del 90% de aviones en servicio. Asimismo, el programa NAM, ha permitido que exista una flota operativa de C-17 en el mundo (NATO Support and Procurement Agency, 2018).

La creación de esta iniciativa es una parte integral que contribuye al sostenimiento logístico de la Organización del Tratado del Atlántico Norte. Donde el objetivo de dicha agencia está relacionado con el sostenimiento del sistema de armas C-17, dejando de lado todo lo referente al planeamiento y ejecución de las operaciones.



5. LA CARGA ESTRATÉGICA DE CARGA POR VÍA AÉREA

En el año 2008, 10 miembros de la OTAN (Bulgaria, Estonia, Hungría, Lituania, Holanda, Noruega, Polonia, Rumania, Eslovenia y los Estados Unidos) y dos naciones de Asociados para la Paz (Partnership for Peace, Finlandia y Suecia) firmaron un Memorandum de Entendimiento (MOU) dando inicio al SAC (SAC – Strategic Airlift Capability). El concepto del SAC consiste en la unificación de recursos de manera tal de obtener una capacidad de carga superior para las naciones, en un mundo que se encuentra con presupuestos restrictivos (NATO Support and Procurement Agency, 2018).

Desde el primer día, el SAC, ha cumplido sus obligaciones de despliegue y red despliegue de fuerzas, equipamiento, y sostenimiento de las Naciones Unidas, la Unión Europea, y la OTAN, incluyendo ejercicios, operaciones y ayuda humanitaria.

A diferencia de otras iniciativas, el SAC, utiliza como medio aéreo el C-17 Globemaster, cuyo sostenimiento es realizado por Programa de Administración de Carga por Vía Aérea desarrollado en el punto anterior. Si analizamos el caso del Reino de España, veremos que no se encuentra en dicha iniciativa ya que pertenece al consorcio que produce el A400M⁵. Por otro lado, y con relación a este aspecto, cabe destacar la iniciativa paralela que produce el A400M adoptado el Reino Unido y que tanta polémica ha despertado últimamente a causa del sobreprecio pagado al cambiar de opinión sobre la adquisición de los aviones. Los británicos optaron por un leasing de cuatro C-17 directamente de Boeing que posteriormente han ido ampliando

⁵ Las capacidades que proporciona el C-17 superan al en capacidad de carga al A400M y abarcan aspectos que no cubre el avión europeo.

y, finalmente, adquiriendo. De este modo, los ingleses son el único país europeo con una verdadera capacidad de transporte estratégico autónomo (Gómez, 2009).

Independientemente de los sistemas de armas que se utilicen para el movimiento y transporte en esta iniciativa, debe quedar claro que existe una preocupación para cubrir las falencias en la Capacidad de Transporte Aéreo Estratégico Militar y que los países que integran esta organización no han logrado una solución definitiva.

Por último, podemos inferir que el concepto por el que fue fundado el SAC, encaja perfectamente con la Nueva Estrategia de la OTAN, que busca fuerzas armadas flexibles y móviles, mediante la capitalización de proyectos de defensa colaborativa, evitando duplicar esfuerzos y capacidades.

6. SOLUCIÓN INTERINA DE TRANSPORTE DE CARGA AÉREA

Otra iniciativa que se ha desarrollado en el seno de la OTAN ha sido el Programa SALIS (SALIS – Strategic Airlift Interim Solution). La misma realiza la coordinación como una celda del MCCE, pero sin ser parte integrante de esta organización.

Esta organización, nace como una solución temporal a la espera del A400M, donde quince países de la Unión Europea, entre los que no se encuentra España, firmaron, un acuerdo para instaurar un fondo común con el objeto de contratar, en régimen de “leasing”, seis aviones Antonov AN-124⁶. Estos medios aéreos, rusos y ucranianos, están disponibles en tres segmentos: dos con dedicación plena permanente, dos con seis días de preaviso y otros dos con nueve días (Navarro, 2011).

Para los años 2013 y 2014, el convenio firmado indicaba que las aeronaves serían utilizadas con un mínimo de 2000 h de vuelo el primer año y 2450 h de vuelo para el segundo. Asimismo, el convenio marcaba la posibilidad de utilizar aeronaves como el IL-7612 y el AN-22513, siempre sujetos a disponibilidad (Organización del Tratado del Atlántico Norte, 2018).

⁶ Un solo Antonov An-124-100 puede transportar hasta 120 toneladas de carga de pago. La OTAN, ha utilizado estas aeronaves para transportar equipamiento hacia Afganistán, ayuda humanitaria a Pakistán, y carga para las Naciones Unidas en Darfur.

7. IMPLICACIONES DEL TRANSPORTE AÉREO ESTRATÉGICO MILITAR EN LA OPERACIÓN LIBERTAD DURADERA

La Operación Libertad Duradera, iniciada en octubre de 2001 tras los terribles sucesos del 11-S en Estados Unidos, ha supuesto el despliegue de un importante contingente de Fuerzas de Operaciones Especiales en Afganistán, principalmente norteamericanas y británicas. Estas fuerzas contribuyeron de forma importante a la derrota del régimen talibán, realizando una amplia gama de misiones en las que emplearon nuevos medios y procedimientos (Pérez, 2004).

Dicho despliegue, requirió de un esfuerzo considerable de medios con Capacidad de Transporte Aéreo Estratégico Militar.

Asimismo, es importante resaltar que gracias a las experiencias obtenidas en las operaciones de la Guerra de Irak (Escudo y Tormenta del Desierto, 1991) se operó con mayor eficiencia que en dichos conflictos.

Para la Operación Libertad Duradera, la Fuerza Aérea de los Estados Unidos, contaba con una flota modernizada de Transporte Aéreo Estratégico Militar (C-17 Globemaster), un Comando de Movilidad Aérea⁷

⁷ El Comando de Movilidad Aérea, fue activado el 1 de junio del año 1992 con su Cuartel General en la Base Aérea Scott, en Illinois, siendo uno de los 10 comandos más importantes de la Fuerza Aérea de dicho país. En el año 2016, el Comando de Movilidad Aérea (AMC) se consolidó con el Comando Militar de carga por Vía Aérea (MAC). Como Componente del Comando de Transporte de los Estados Unidos, el

creado para centralizar y ejecutar el control de los transportes aéreos estratégicos y tanqueros que permitieron el lanzamiento de la operación de despliegue de las fuerzas expedicionarias (Haulman, 2002).

Por otro lado, no se puede dejar de mencionar que, para este conflicto, se contaba con equipamiento modernizado para la administración de carga y despacho de aeronaves, por lo que el manejo de los medios trasladados se conocía con antelación al arribo al punto de destino facilitando así la manipulación de la carga.

Para analizar las implicancias de la Capacidad de Transporte Aéreo Estratégico Militar durante la Operación Libertad duradera en Afganistán, es necesario analizar la Tabla No. 1 que se detalla a continuación para extraer algunas conclusiones.

Asimismo, es necesario aclarar, que son dos conflictos diferentes, en los que los medios utilizados tenían sistemas de apoyo diferentes, las bases aéreas alrededor del mundo eran diferentes, etc. Todas ellas cuestiones que no permiten comparar de forma taxativa la utilización de la Capacidad de Transporte Aéreo Estratégico Militar en ambos conflictos.

AMC tiene la responsabilidad de ejecutar operaciones de alcance global y de rápida movilidad, para responder en cualquier parte del mundo a horas de haberse solicitado el requerimiento.

Un aspecto de relevancia en dicha tabla, son las bases principales para operar y proyectar la capacidad en estudio. Queda claro, que para esta operación el desarrollo de las bases aéreas fue un factor determinante que permitió el abastecimiento de carga y pasajeros sin aglutinar los destinos finales de dichas cargas.

Otro aspecto que destaca la eficiencia de los medios militares fue la adquisición de los nuevos C-17 Globemaster que reemplazaron a los C-141. El sistema de servidumbre permitía llevar cargas más grandes y pesadas que su antecesor, cuestión que en definitiva

reducía las salidas⁸ con la misma cantidad de carga. Otro aspecto que favoreció la operación en Afganistán fue la capacidad del C-17 de operar en largos de pista menores y a su vez menos desarrollados, logrando así aterrizar en el teatro de operaciones (Haulman, 2002).

Claramente, el C-17 se constituyó como una plataforma confiable gracias a ser un sistema tecnológicamente más avanzado que su predecesor.

⁸ Cuando se habla de una salida, se refiere al despegue y aterrizaje de una aeronave para llevar a cabo una misión.

La experiencia de la Operación Escudo del Desierto demostró la necesidad de combinar el uso de los aviones de carga y los de reabastecimiento de combustible en vuelo, todos ellos bajo un único comando que permitiera la centralización de los medios, ya que en el año 1991 los medios de transporte pertenecían al Comando Militar de carga por Vía Aérea (MAC) y los medios de reabastecimiento de combustible en vuelo al Comando Aéreo Estratégico (SAC).

Por ello la creación del Comando de Movilidad Aérea (AMC), permitió el empleo, por parte de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos, del



TABLA 1.

Capacidad de Transporte Aéreo Estratégico Militar durante la Operación Libertad

OPERATION	DESERT SHIELD / STORM	ENDURING FREEDOM
Dates	7 aug 1990 - 19 apr 1991	7 Oct 2001
Destination	Saudi Arabia	Afghanistan
Distance	6.330 miles	7.000 + miles
# Misiones	Almost 16.000	11.000 +*
Passengers	500.000+	158.000+*
Short Tons	548.000	222.460*
Major aircraft used	C-5, C-141, KC-10, civil airlines	C-5, C17, civil airlines
Key staging bases used	Ramstein AB, Germany; Rhein Main AB, Germany; Torrejon AB, Spain; Zaragoza AB, Spain	Moron AB, Spain; Ramstein AB, Germany; Rhein Main AB, Germany; Incirlik AB, Turkey; Sigonella NAS, Italy; Andersen AFB, Guam; Kadena, Okinawa; Diego Garcia
Key bases in theater	Primaryly: Dharan, Riyadh, Al Jubail, King Fahd, Al Kharj (Saudi Arabia)	Kandahar, Afghanistan; Bagram, Afghanistan

Nota: recuperado de Haulman, 2002.

uso centralizado de los medios aéreos de transporte de los comandos mencionados anteriormente.

Otro punto importante fue la falta de bases aéreas apropiadas para operar en Afganistán, sobre todo al principio del conflicto, donde las tripulaciones pudieran descansar, ya que algunas de las misiones que realizaban inicialmente duraban aproximadamente 30 horas de vuelo, obligando a los planificadores a utilizar a 3 tripulantes en vez de dos a fin de rotar⁹ los pilotos durante el vuelo (Haulman, 2002).

⁹ La rotación de tripulantes en vuelo permite extender las horas de vuelo de estos. Asimismo, y en detrimento de lo anterior, es necesario aclarar que esto produce un gasto superior por la necesidad de un mayor recurso humano, siendo en este caso un tripulante más.

Con relación al punto anterior es necesario destacar que la operación de los medios aéreos obligaba a los tripulantes a permanecer en sus puestos, con los motores en marcha esperando la descarga del material transportado para despegar nuevamente. Todo ello requirió de un adiestramiento intensivo de tripulaciones, que, de no ser por las experiencias previas de los conflictos, no se hubiera ejecutado con tanta eficiencia.

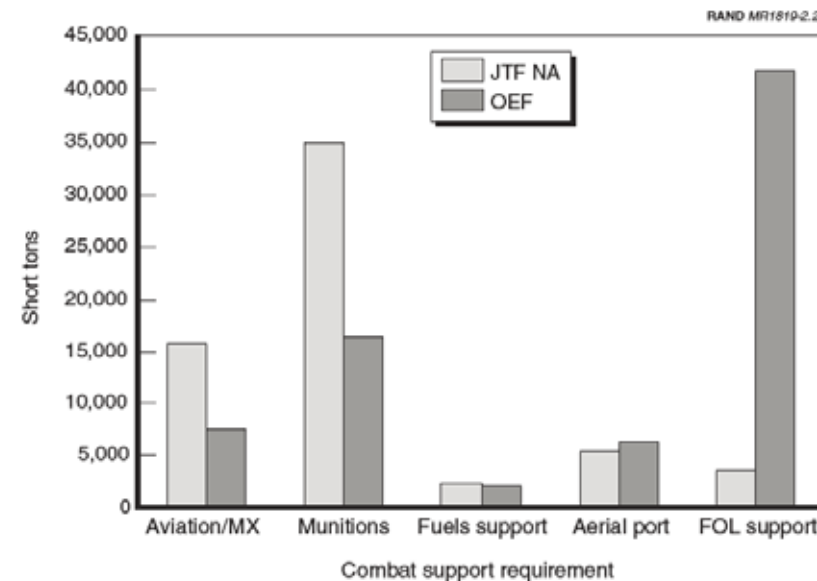
De las 11.000 salidas que se ejecutaron en la operación Libertad Duradera (ver tabla 1), solamente 2.000 fueron de Transporte Aéreo Estratégico Militar y 2.700 de Transporte Aéreo Táctico. Demás está decir que, para concretar el Puente Aéreo, se necesitaron 1.300 salidas. Otro aspecto que cobra relevancia

y que permitió al Transporte Aéreo Estratégico Militar cumplir con su misión, fueron las operaciones de reabastecimiento de combustible en vuelo que implicaron 4.700 salidas (Tripp, Lynch y Drew, 2004).

Esto nos deja claro que, con un tercio aproximadamente de las salidas que se utilizaron para la Operación de Escudo del Desierto, se logró transportar la mitad de carga y pasajeros que en el año 1991. La eficiencia demostrada, pone en evidencia que la Capacidad de Transporte Aéreo Estratégico Militar a medida que evoluciona, ya sea por la eficiencia de sus sistemas, el apoyo de los servicios de carga y despacho, el adiestramiento de las tripulaciones de tierra y vuelo, etc., ha logrado un empleo más eficiente los recursos económicos y financieros.

TABLA 2.

Capacidad de Transporte Aéreo Estratégico Militar de la Fuerza Conjunta Yunque Noble



Nota: recuperado de Tripp, Lynch y Drew, 2004.

Si analizamos este conflicto en comparación con la Operación Fuerza Aliada (OAF - Operation Allied Force) desarrollada en Serbia, al igual que en Escudo del Desierto; se pueden obtener importantes conclusiones.

Ejemplo de esto es lo que se muestra en la Tabla N. 2, donde podemos observar que la Fuerza Conjunta Yunque Noble para la Operación Aliada (JTF NA - Joint Task Force Noble Anvil), trasladó, en el ejemplo de las municiones, más del doble de lo transportado en la Operación Libertad Duradera. Es necesario destacar que, según Tripp, Lynch y Drew (2004), para esta última operación se utilizaron 200 aviones de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos, que en comparación de los 500 aviones que utilizó la Fuerza Conjunta Yunque Noble son un 40% menos.

Nuevamente, queda demostrado que gracias a las lecciones aprendidas en los diferentes conflictos se ha podido utilizar la Capacidad de Transporte Aéreo Estratégico Militar con mayor eficiencia. También es necesario aclarar que la Fuerza Aérea Americana aplicó en este último conflicto, todas las lecciones aprendidas en conflictos previos lo que permitió utilizar de manera eficiente el medio aéreo.

Durante la Operación Libertad Duradera, se establecieron dos Puentes Aéreos¹⁰ que requerían el despliegue de 1.800 personas y 2.000 toneladas de equipamiento en 28 puntos diferentes para sos-

¹⁰ Los Puentes Aéreos para el sostenimiento de la Capacidad de Transporte Aéreo Estratégico Militar implicaba un esfuerzo de la Costa este de los Estados Unidos y otro de la Costa Oeste.

tener las operaciones que requiere la Capacidad de Transporte Aéreo Estratégico Militar.

Finalmente, la Operación Libertad Duradera, nos permite inferir que la Capacidad de Transporte Aéreo Estratégico Militar adquiere gran relevancia en las operaciones militares modernas, ya que permite el posicionamiento de las tropas a una velocidad impensada por el momento para otros medios. Asimismo, es necesario aclarar que al igual que otros medios de locomoción el medio aéreo sigue en constante evolución, cuestión que le permite ampliar las bodegas de carga y disminuir su dependencia en tierra.

8. CASUÍSTICA COLOMBIANA

En un territorio tan altamente volátil, con una configuración geográfica de un importante carácter de complejidad, como lo es la República de Colombia, la Fuerza Aérea Colombiana (FAC) ha desempeñado a lo largo de su historia un rol fundamental en el desarrollo de escenarios destinados a la recuperación y la construcción institucional y pragmática de la seguridad y defensa nacionales, en operaciones militares para hacer frente a amenazas internas como el narcotráfico y las guerrillas, pero también la consolidación y la cohesión de Estado-nación, en tareas y misiones humanitarias dirigidas a asistir a la población en situaciones de riesgo.

Es primordial recordar que la creación de la FAC se remonta a la influencia de la intervención de la República de Chile, la cual ayudó a la profesionalización del Estado colombiano, que eventualmente desembocó en la creación de la FAC como quinta arma del Ejército (artillería, caballería, ingeniería e infantería) (Strong y Jaramillo, 2014), con la ley 126 de 1919, destacándose el 18 de junio de 1919, como el día en que por primera vez en la historia de Colombia tuvo lugar un vuelo de avión, en la capital del Atlántico, Barranquilla (Fuerza Aérea Colombiana, s.f.). Finalmente, en 1944 la FAC se convirtió oficialmente en la tercera fuerza militar de Colombia (Strong y Jaramillo, 2014).

Así, se puede aseverar que es misión de la FAC “ejercer el dominio del aire correspondiente al territorio nacional, y conducir operaciones para contribuir a la defensa de la soberanía, la independencia, la integridad

territorial y el orden constitucional” (Departamento Nacional de Planeación, 2008, p. 1).

Desde la perspectiva aérea, la FAC juega un papel imprescindible en la consecución de los intereses de la nación, enfocados al bienestar de la población, su desarrollo económico, y la garantía de la seguridad y defensa nacionales (Strong y Jaramillo, 2014). Esto lo logra ejerciendo control del espacio aéreo, para neutralizar cualquier amenaza interna o externa y asegurar el dominio del territorio nacional; también lo consigue aportando desde el aire en las operaciones militares contra organizaciones al margen de la ley, realizando tareas de observación, vigilancia, reconocimiento, así como acciones ofensivas dirigidas a cualquier factor que ponga en peligro la integridad de los colombianos y la legitimidad e institucionalidad del Estado. En tercera instancia, la FAC es determinante apoyando desde los cielos las misiones conjuntas que realizan con las fuerzas en tierra y mar, pues, como decía John Warden III, citado por Strong y Jaramillo (2014): “la victoria terrestre jamás será lograda sin la obtención de la superioridad aérea” (p. 25). Por último, la FAC es significativa en misiones humanitarias para atender incidentes relacionados con catástrofes naturales, como terremotos, avalanchas, y demás calamidades que requieren la intervención de una fuerza que proteja el bienestar de los colombianos, además de unir a las zonas apartadas históricamente con el resto de la región, integrando a la periferia con el centro, haciendo presencia militar pero también humanitaria, para fortalecer el vínculo entre la población civil y el Estado.

La necesidad de integrar a las zonas remotas e interconectarlas con las demás se debe al tradicional centralismo del país, el cual conduce a la concentración de la población, la riqueza y el Estado en la región Andina, ignorante de otras regiones como Caribe, Pacífico, Orinoquía y Amazonía, lo cual origina espacios vacíos, desprovistos de la influencia estatal para garantizar el bienestar a la población, para que los grupos armados ilegales proliferen y establezcan presencia, incurriendo en actividades criminales como narcotráfico, terrorismo, extorsión y secuestro (Strong y Jaramillo, 2014).

Consecuencia de esta fragmentación se puede ver reflejada, como lo mencionan Strong y Jaramillo (2014), en eventos como la disolución de la Gran Colombia, la separación de Panamá y la toma de Mitú por parte de la guerrilla narcoterrorista de las Farc.

La toma de Mitú, la capital del departamento del Vaupés, es considerada el golpe más fuerte asestado por parte de las Farc contra el Estado colombiano (Strong y Jaramillo, 2014), es una fiel demostración de la prevalencia de la FAC y de que sus acciones han coadyuvado a la consecución de objetivos militares, en opera-

ciones que simbolizaron victorias de significativos calibre y reconocimiento en el contexto del conflicto armado interno y la lucha contra los grupos terroristas ilegales en el país, quienes durante muchos años han representado una amenaza para la población colombiana, a cuya eliminación ha contribuido enormemente el ejercicio y la aplicación de todas sus capacidades materiales, físicas y humanas, entre las cuales se destaca su Capacidad de Transporte Aéreo Estratégico Militar.

La toma de la ciudad por parte de las Farc representó el punto máximo de la tendencia expansionista del grupo narcoterrorista (Strong y Jaramillo, 2014). A pesar de esto, el imperio de ley y la superioridad de las Fuerzas Militares y la Policía prevalecieron, mientras que la Capacidad del Transporte Aéreo Estratégico Militar de la FAC fue determinante, para adelantar la misión coordinada de recuperar la ciudad, conocida como Operación "Vuelo de Ángel".

La operación inició con el sobrevuelo de aviones AC-47 Fantasma y OV-10 Bronco, los cuales no pudieron, no obstante, atacar a los guerrilleros, puesto que estaban localizados dentro de edificios protegidos por el Derecho Internacional Humanitario (DIH), entre los



que destacaban hospitales, colegios y casas. En esta problemática situación, la ejecución de la operación comprendía dos alternativas: emplear una pista de Brasil, Estado con el que limitaba el departamento del Vaupés, o aterrizar en una pista oculta que estuviera próxima a la capital (Strong y Jaramillo, 2014).

Y es aquí donde la Capacidad de Transporte Aéreo Estratégico Militar fue relevante. Con la negociación de la concesión del permiso del gobierno brasilero para usar la base de Querari, el acercamiento se pudo realizar durante horas de la noche, a 7.000 metros de Mitú, gracias a la intervención de helicópteros UH-60, los cuales permitieron el desembarco de alrededor

de 200 hombres del Ejército y la Policía colombianos. Con el escenario abierto, sumado al soporte de aviones fantasma y helicópteros de ataque AH-60, se dio comienzo a la ofensiva terrestre (Strong y Jaramillo, 2014).

Posteriormente, una gran capacidad aérea máxima fue movilizada, incluyendo helicópteros Black Hawk UH-60, Huey UH-1H, aviones Fantasma AC-47T, Tucano-27, Bronco OV-10, Hércules C-130 y Casa Nurtanio CN-235. Tras más de 60 horas de intenso combate, la FAC consiguió eliminar los 17 barcos que funcionaban como medio de transporte de los guerrilleros, liderados por Henry Castellanos Garzón alias "Romaña", y de esta manera se concretó la liberación

y recuperación de la cabecera urbana del Vaupés (Strong y Jaramillo, 2014).

Esta victoria demuestra la efectividad de la Capacidad de Transporte Aéreo Estratégico Militar de la FAC, la cual propició el inicio de la ofensiva, por medio del transporte y el desembarco de tropas cerca de la zona de la operación. En esta importante operación estratégica, la FAC no sólo demostró "su capacidad decisiva para derrotar a los grupos armados ilegales", sino que también "expuso sus capacidades distintivas: respuesta inmediata ante el ataque; conciencia situacional e inteligencia aérea; apoyo aéreo cercano; transporte aéreo militar y recuperación de personal" (Esquivel, 2015, p. 387).



A pesar del protagonismo de la Fuerza Aérea Colombiana en temas militares, como la recuperación de Mitú, se destaca que también tiene considerable incidencia en temas humanitarios, ayudando cuando se experimentan catástrofes naturales en el país, movilizandolos recursos, evacuando personas, así como su relevancia en materia de cohesión social, integrando a las regiones remotas del país, que históricamente no han sido tenidas en cuenta por las administraciones del Estado colombiano.

Al respecto, debe subrayarse la importancia que el Comando Aéreo de Transporte Militar (CATAM) ha comportado en la recuperación del control territo-

rial, en misiones de transporte de persona y carga, transporte aeromédico en beneficio de las Fuerzas Militares y la población civil, sin dejar de mencionar la contribución del SATENA -Servicio Aéreo a Territorios Nacionales- (Strong y Jaramillo, 2014).

Esta Institución también colabora en la construcción de la cohesión social del país. Según Strong y Jaramillo (2014), CATAM contribuye la integración de la periferia con el resto del país por medio del transporte militar, extendiendo las capacidades del Estado a regiones lejanas, como por ejemplo Araracuara, La Chorrera y La Pedrera en Amazonas; Puerto Leguizamo, Puerto Asís y Villa Garzón en Putumayo; Mitú

en Vaupés, y Puerto Inírida en Guainía, entre otros. Autores que mencionan además que:

La FAC permite la movilidad de miles de personas en ciudades apartadas, que da cuenta de la forma como éstas se integran a la vida nacional a través de las actividades de la Fuerza, destacando la labor del Strong, que desde Bogotá lleva alas de esperanza a diversas regiones del país. (p. 95)

Asimismo, debe destacarse que la Capacidad de Transporte Aéreo Estratégico Militar, ha sido utilizada en tareas de rescates y evacuación de heridos civiles, conjuntamente con la

participación de la Aeronáutica Civil, lo cual demuestra que las funciones de la Fuerza Aérea no son exclusivas de la dimensión militar. La Aeronáutica Civil (Aerocivil) asiste en los objetivos de integrar al país, facilitando la construcción de infraestructura aeronáutica y aeroportuaria, la cual ha conllevado la presencia de redes de navegación aérea en regiones remotas, con equipos modernos que conectan dichas zonas remotas con las demás zonas del territorio colombiano (Strong y Jaramillo, 2014).

La principal misión de la Aerocivil es "el desarrollo ordenado de la aviación civil, de la industria aérea y la utilización segura del espacio aéreo colombiano, facilitando el transporte intermodal y contribuyendo al mejoramiento de la competitividad del país" (Aeronáutica Civil, 2016, párr. 1).

Otra entidad que refleja esta cualidad es SATENA, la cual fue creada con la Ley 80 de 1968, y tiene como funciones la prestación del servicio de transporte aéreo en las zonas subdesarrolladas de Colombia y asociar a las regiones periféricas del país a la economía nacional, por medio de campañas asistenciales, de incremento agrícola y pecuario, de colonización y fomento económico y social, según el Congreso de Colombia, según lo citado por Strong y Jaramillo en 2014.

Insistiendo en el rol de la FAC en su propósito de mantener la cohesión nacional y colaborar en la asistencia de las personas en temas extra-militares, esta fuerza durante el paro cafetero y camionero a principios de 2013 fue fundamental. En conjunto con la Policía y el Ejército, participó en la provisión de alimentos, medicamentos, oxígeno y combustible, por medio del andamiaje de un puente aéreo entre Bogotá, Florencia, Popayán, Cali y Neiva (Strong y Jaramillo, 2014). Quienes también informan que:

Entre el primer y nueve de marzo, la FAC transportó a más de 3.500 pasajeros y más de 413 mil kilos de carga. En el paro minero de Quibdó, se transportaron 350 pasajeros y 46 mil kilos de carga. Así mismo, durante las manifestaciones en el Catatumbo, 4.890 pasajeros pudieron movilizar y 492.500 kilos de carga fueron transportados. (p. 112)

La labor de la FAC se continúa evidenciando en escenarios de crisis humanitarias enmarcados en el contexto emergencias y crisis relacionadas con desastres de la naturaleza, como avalanchas, olas invernales, inundaciones por lluvias. Todo esto es posible gracias a la creación del Centro Nacional de Recuperación de Personal (CNRP) de la FAC:

Una herramienta efectiva para ejercer el comando y control en la ejecución de todas las operaciones aéreas que tenga como principio preservar la vida [...] lidera las operaciones de evacuación y traslado aeromédico, búsqueda y rescate, vigilancia vulcanológica, transporte espacial de material y carga en desastres naturales, transporte de personal sanitario en ambientes urbanos, selváticos, montañosos, desérticos y acuáticos, con líneas de acción estratégica que fortalecen la capacidad de respuesta, al realizar acciones humanitarias en el marco de la doctrina institucional, mediante la aplicación de conocimientos y el óptimo empleo de los recursos. (Ballesteros, 2011, citado por Strong y Jaramillo, 2014, p. 122)

Para enfrentar estas crisis humanitarias, la FAC y el CNRP se han equipado con aviones para el traslado de pacientes a gran escala: un avión B-767, siete aeronaves C-130 con 72 camillas, seis C-295 con 24 camillas y dos CN-235 con 16 camillas.

Durante la tragedia invernal de 2010 y 2011, la ayuda de la FAC en el transporte de personal y carga, con aviones Boeing 767, 727 y 707, se destacó en la atención de la emergencia que, producto del desbordamiento por las fuertes lluvias de los ríos Magdalena, Sinú y Cauca, afectó principalmente los departamentos de Atlántico,

Boyacá, Cauca, Cundinamarca, Meta, Nariño, Norte de Santander y Tolima. Por otro lado, ayudó en las precipitaciones que causaron aludes de tierra y taponamientos de numerosas vías, como las de Medellín a Puerto Berrío, a Urabá y a Quibdó.

De conformidad con lo anterior, también se debe recordar que en noviembre de 2010, con la preeminencia de una eventual avalancha en el municipio de Gramalote (Norte de Santander), la FAC colaboró con sus Comandos Aéreos de Combate (CACOM) 1, 2, 3, 4 y 5 (Puerto Salgar, Apiay, Malambo, Melgar y Rionegro, respectivamente), el CATAM,

el CAMAN (Comando Aéreo de Mantenimiento), la Escuela de Aviación Marco Fidel Suárez y el Grupo Aéreo de Casanare (Cali y Yopal, respectivamente), en 121 misiones de transporte aéreo, con la evacuación de 1.858 personas y más de 340 mil kilos de ayuda humanitaria, con la participación de 180 aeronaves, y alrededor de 268 horas de vuelo. Lo anterior permitió la evacuación de muchas personas para evitar una tragedia muy significativa (Strong y Jaramillo, 2014).

En 2011, también se declaró una emergencia nacional como consecuencia de las inundaciones por las lluvias. El CACOM 3 (Malambo)

fue de gran ayuda en tareas de transporte que beneficiaron a los municipios de Manatí, Santa Lucía, Suán, Campo de la Cruz y Candelaria, evacuando a 266 personas y transportando 200 toneladas de cargas (Strong y Jaramillo, 2014).

Durante el mismo año, la FAC también ayudó en el transporte de 20 toneladas de ayuda humanitaria, la cual comprendía alimentos, mercados, elementos de aseo y cocina, e incluso una planta eléctrica aportada por el gobierno ruso (Webinfomil, 2011, citado por Strong y Jaramillo, 2014), con el objetivo de crear una red de provisión eléctrica, para el municipio

de Vigía de Fuerte, en el Urabá Antioqueño, una región que fue duramente azotada por las lluvias (Strong y Jaramillo, 2014). En marzo del año 2013, la FAC ayudó con el transporte de ocho toneladas de ayuda, específicamente 500 mercados transportados por helicópteros Black Hawk UH-60, a San José del Palmar e Italia, en el departamento del Chocó, para aliviar los efectos de la ola invernal.

La FAC también está altamente comprometida en cuestiones de medio ambiente, colaborando en problemáticas que afectan a la población y coadyuvando a la promoción de su bienestar. En este sentido, la Capacidad de Transporte Aéreo de la FAC fue importante cuando en 2011, por medio de un avión C-90, se transportaron insumos químicos, exactamente 450 kilos de sulfato de aluminio tipo A, para tratar las aguas en Providencia, en un momento en que se experimentaba desabastecimiento de agua potable en la isla, lo cual resultó eventualmente en la entrega de agua potable tratada a los habitantes de la isla (Strong y Jaramillo, 2014).

No obstante, las operaciones de la FAC no se restringen al ámbito colombiano. En el contexto regional y mundial, la FAC ha reflejado la notoriedad de su Capacidad de Transporte Aéreo Estratégico Militar para la aplicación de ejercicios militares y misiones humanitarias.

En este orden de ideas, en el año 2013, se desarrolló el ejercicio Maple Flag, un evento de entrenamiento complejo internacional organizado por la Fuerza Aérea Canadiense, que cuenta con la

participación de otras naciones. En este ejercicio, se entrenan operaciones relacionadas con comando y control, combate aire-aire y aire-tierra, reabastecimiento aire-aire, inteligencia, vigilancia y reconocimiento, transporte aéreo táctico, aviación táctica y apoyo aéreo cercano (Real Fuerza Aérea Canadiense, s.f.). Strong y Jaramillo (2014) mencionan que en el ejercicio, la FAC exhibió su avión tanquero, Júpiter, en reabastecimiento en vuelo con aviones de combate F-18 de la Fuerza Aérea Canadiense (RCAF). Lo mismo sucedió en la versión 2013 del Cruzex Flight, un ejercicio multinacional y operacional promovido por la Fuerza Aérea Brasileira (FAB), dirigido al entrenamiento conjunto de escenarios de conflictos y a la promoción del intercambio de experiencias entre los países participantes. En esta oportunidad, participaron Brasil, Canadá, Chile, Colombia, Ecuador, Estados Unidos, Uruguay y Venezuela (Fuerza Aérea Brasileira, s.f.). Nuevamente, la FAC exhibió su Capacidad de Transporte Aéreo Estratégico Militar, cuando el avión KC-767 proveyó de combustible dos Mirage-2000, dos AMX y dos F-5, los tres de la FAB.

Los anteriores ejercicios demostraron que la FAC, por medio de la interoperabilidad, está demostrando:

La inserción de Colombia en mecanismos regionales de seguridad; definida [la interoperabilidad] como la capacidad que tiene una Fuerza para diseñar, planear, ejecutar y coordinar operaciones con otras fuerzas o un conjunto de fuerzas de varios Estados bajo protocolos



estandarizados de operación a nivel táctico y operacional que les permite unir sus capacidades y recursos en torno a un objetivo de manera combinada y en corto tiempo. (Strong y Jaramillo, 2014, p. 221)

Lo anterior:

Es producto de una cooperación fluida y de la importancia geopolítica de Colombia, aprovechada por el sector aéreo militar, por medio de diferentes ejercicios militares y acuerdos de cooperación para enfrentar el crimen transnacional amenazas de carácter regional. (Strong y Jaramillo, 2014, p. 222)

Por último, es menester acotar la participación de la FAC en misiones humanitarias internacionales, las cuales dan muestra de que su Capacidad de Transporte Aéreo Estratégico Militar abarca dimensiones más allá de la militar.

No obstante, su labor de atención humanitaria no se limita al territorio colombiano, pues la FAC también ayuda en el transporte y evacuación de civiles colombianos el Líbano (2006) y en el Angel Thunder (2012) en Tucson, Arizona (Strong y Jaramillo, 2014). Además, la FAC ha participado en numerosas misiones internacionales de apoyo humanitario, adelantando operaciones de rescate y transporte

de personal y carga para atender las afectaciones producidas por desastres y catástrofes naturales, incluyendo terremotos, erupciones volcánicas, huracanes, inundaciones, incendios forestales, en países como Chile, Haití, Ecuador, Perú, Panamá, Cuba, Brasil, México, Japón, Guatemala y las islas Bonaire y San Martín en el Caribe (Fuerza Aérea Colombia, 2018).

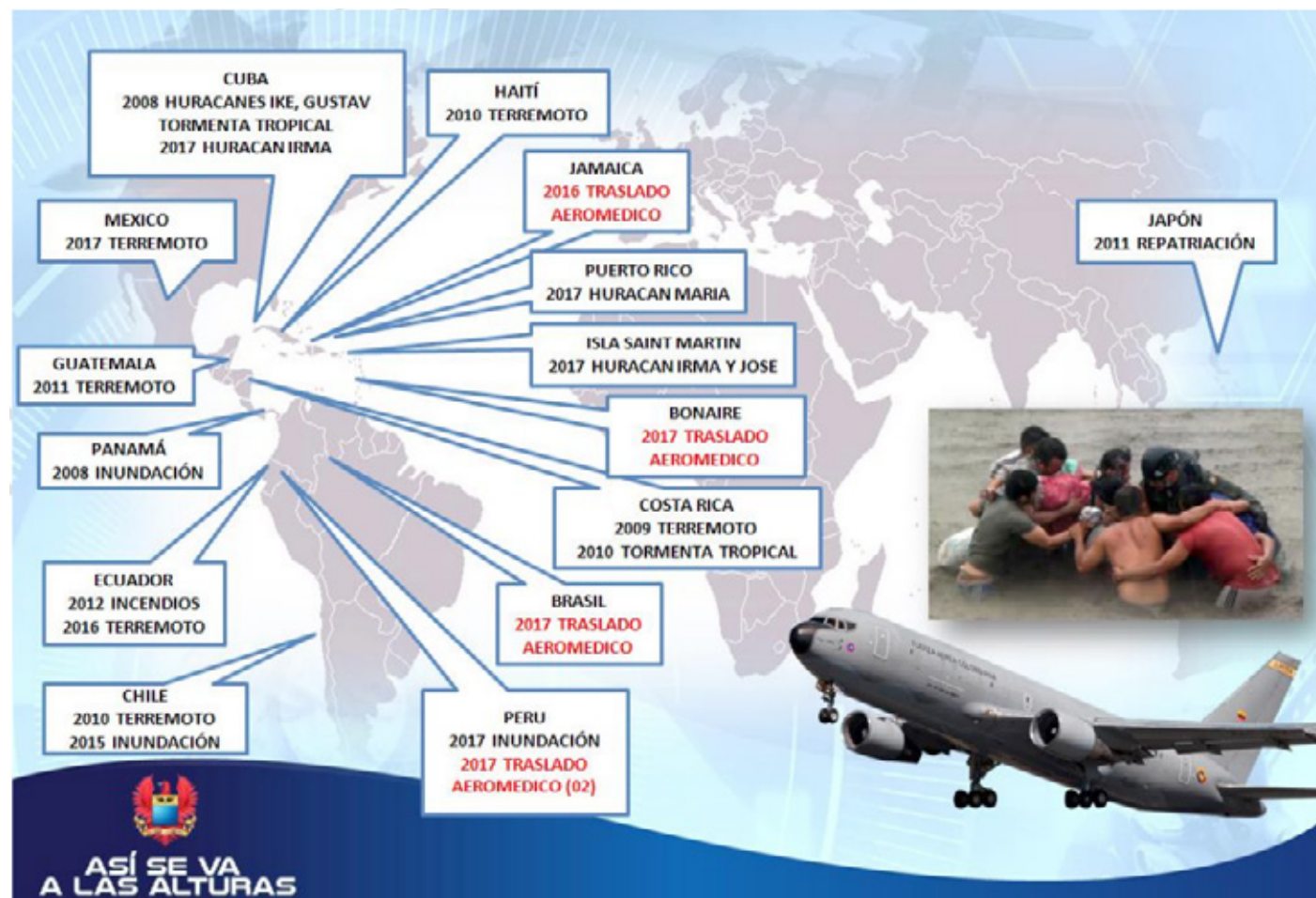


Figura 2. La FAC en misiones internacionales de apoyo humanitario. Fuente: Fuerza Aérea Colombia (2018).

9. CONCLUSIONES

Los hitos analizados en el presente trabajo permiten vislumbrar que el ser humano busca de manera constante, unir a los pueblos y mejorar la comunicación entre ellos. Por otro lado, y con relación al poder militar, el mismo comenzó a ser utilizado como arma de guerra desde el surgimiento del medio aéreo.

Asimismo, la situación actual nos permite inferir que los países han dejado de estar sometidos a conflictos bélicos de características mundiales gracias a la seguridad internacional que se observa en el mundo. Esto ha obligado a los países occidentales, a reestructurar sus fuerzas armadas. Es por esto que, la Capacidad de Transporte Aéreo Estratégico Militar, ha tomado importancia en la ejecución de las operaciones militares, ya que de no tenerla limitaría la movilidad y flexibilidad que requieren las fuerzas debido a la disminución de medios.

Es necesario destacar que, la movilidad y la flexibilidad son dos características inherentes al medio aéreo, que por sus capacidades permite ejecutar las Operaciones Militares con eficiencia.

Otro aspecto positivo que aporta la Capacidad de Transporte Aéreo Estratégico Militar, es la necesidad que se genera cuando debe

proyectarse una fuerza expedicionaria con urgencia; donde dicho medio se destaca sobre los otros.

En las Operaciones Militares Modernas, en general, se necesita de fuerzas que tengan alcance global y puedan operar en el menor tiempo posible, para ello la Capacidad de Transporte Aéreo Estratégico Militar aporta la velocidad que se requiere para la proyección de estas. Si recordamos la definición de proyección de fuerzas de Hernández Tortajada (1999), podremos observar que: “[...] es la capacidad de alertar, movilizar y transportar fuerzas, desplegarlas y realizar operaciones fuera del territorio nacional, así como su repatriación una vez finalizadas las operaciones [...]” (p. 55)

De dicha definición, se puede vislumbrar que la Capacidad de Transporte Aéreo Estratégico Militar, con las limitaciones que tiene, puede cumplir con la misma si se la planifica adecuadamente.

La proyección de fuerzas puede ejecutarse por otros medios de transporte, pero la velocidad y el aumento evidenciado de las bodegas de carga permiten que el medio aéreo pueda aportar a las fuerzas de la movilidad y flexibilidad para las operaciones de los conflictos actuales.

Ejemplo de lo expuesto en el párrafo anterior es la capacidad de los medios de Transporte Aéreo Estratégico Militar que, gracias a la tecnología actual, han adquirido capacidades de carga impen-sadas en otros tiempos. Aviones como el Antonov, C-5 Galaxy, C-17 Globemaster son claros ejemplos de la capacidad de alcance global que dispone el medio aéreo para la proyección de fuerzas.

En la búsqueda de medios con Capacidad de Transporte Aéreo Estratégico Militar la OTAN sugirió, la idea de crear una flota de aviones de transporte, donde el proyecto del A400M de la empresa Airbus, promete dotar a algunos de los países que suscriben al proyecto.

En el marco de referencia donde deben actuar las fuerzas armadas, la defensa colectiva, adquiere un papel relevante para la proyección de fuerzas en las operaciones de carácter multinacional, ya que se convierten en el instrumento más eficiente para la gestión de crisis y prevención de conflictos.

La movilidad ha sido siempre la necesidad de un ejército o de una fuerza militar en las operaciones donde la superioridad en el teatro de operaciones se respalda en la capacidad de transporte.

Con relación a la movilidad, el almirante James R. Hogg deja en claro que: “no importa lo poderosas que sean unas fuerzas, no tendrán ningún valor si no son capaces de estar en el lugar adecuado, en el

momento oportuno y en número necesario para lograr los resultados deseados”. (Martínez, 2003, p. 27; Hogg, 2000).

La movilidad de alcance global, en general, es responsabilidad del medio aéreo y naval, pero si lo que se necesita es un incremento en la rapidez y en la movilidad, el medio más adecuado para conseguirlo es el aéreo.

De las características inherentes al poder aéreo (velocidad, movilidad, alcance y flexibilidad), la movilidad estratégica en la proyección de la fuerza se alcanza en mayor grado empleando medios aéreos.

De lo expuesto, queda en evidencia que, la necesidad de desplazar las fuerzas en tiempos generalmente cortos y a grandes distancias es una responsabilidad casi exclusiva de la Capacidad de Transporte Aéreo Estratégico Militar.

Por ello, la Capacidad de Transporte Aéreo Estratégico Militar tiene grandes implicaciones en las operaciones militares modernas, donde los ejércitos tienen la obligación de realizar el planeamiento necesario a fin de garantizar el empleo de los recursos de Transporte Aéreo estratégico Militar.

La otra característica que se destaca de esta capacidad es la flexibilidad, que, gracias a las aeronaves de reabastecimiento de combustible en vuelo, han permitido a la Capacidad de Transporte Aéreo Estratégico Militar tener alcance

global, logrando una menor dependencia de bases aéreas. Para ello, las fuerzas armadas de los países de la OTAN y la UE han debido organizar y rediseñar la estructura de movimiento y transporte, como así también a su capacidad de proyección, en un abanico de estructuras que abarcan desde la creación de centros de coordinación de movimientos, tanto nacionales como internacionales, hasta la creación de mandos conjuntos y/o específicos nacionales e internacionales (Santé, 2014).

Estas iniciativas, han surgido por los escasos medios de Transporte Aéreo Estratégico Militar y la necesidad para optimizar su uso, utilizando sistemas que permitan coordinar y aprovechar al máximo las Capacidades de Transporte Aéreo Estratégico Militar.

Dentro de la capacidad de proyección, los medios de Transporte Aéreo Estratégico Militar son los que mayor demanda tienen y aquellos en los que la Alianza, inclinada hasta no hace muchos años en misiones, artículo 5, tiene mayores carencias. Por ello, es necesario materializar una organización que permita ejecutar el planeamiento y coordinación de los medios en cuestión.

La sinergia producida por la asociación de países que comparten las mismas misiones, organizaciones, entorno geográfico y en muchas ocasiones problemas comunes de seguridad, permiten resolver el problema planteado a

coste económico cero, ya que la necesidad puede ser cubierta por otra nación (Santé, 2014).

La creación de estas organizaciones otorga algunas ventajas para la maximización de las operaciones aéreas de Transporte Aéreo Estratégico Militar, especialmente, por la capacidad para realizar el planeamiento y ejecutar las operaciones; cuestión que es posibilitada por la soberanía que otorgan las naciones para la utilización de los medios.

La Capacidad de Transporte Aéreo Estratégico Militar ha permitido el posicionamiento de fuerzas en el teatro de operaciones, evitando así una escalada mayor en el conflicto.

La experiencia de la Operación Libertad Duradera nos permite inferir que la Capacidad de Transporte Aéreo Estratégico Militar adquiere gran relevancia en las operaciones militares modernas, ya que permite el posicionamiento de las tropas a una velocidad no pensada, por el momento, para otros medios. Asimismo, es necesario aclarar que al igual que otros medios de locomoción, el medio aéreo sigue en constante evolución, cuestión que le permite ampliar las bodegas de carga y disminuir su dependencia en tierra.

Finalmente, el estudio de la Capacidad de Transporte Aéreo Estratégico, su evolución, la búsqueda de organizaciones para optimizar su uso, y los ejemplos de la historia militar nos permiten ver que el

no uso de dicha capacidad tendrá consecuencias graves en las operaciones militares modernas.

En el caso de la República de Colombia, la Capacidad de Transporte Aéreo Estratégico Militar de la Fuerza Aérea Colombiana, si bien ha sido importante en el conflicto militar interno, sobre todo en el conflicto con las Farc (como la Operación Vuelo de Ángel donde recuperaron la ciudad de Mitú), y en ejercicios conjuntos regionales que dan fe de sus competencias, habilidades y aptitudes, también ha desempeñado un papel preponderante en la construcción social del país, coadyuvando a la integración de las regiones periféricas, generando cohesión nacional, y colaborando en misiones humanitarias de apoyo y rescate, destinadas al socorro de la población colombiana en situaciones de alto riesgo, proporcionando y disponiendo sus unidades aéreas para el transporte de personas y la carga de suministros de índole humanitaria.

No obstante, lo anterior no se ha limitado al contexto colombiano, puesto que la Fuerza Aérea Colombiana también ha ejecutado misiones humanitarias en el exterior en países como Chile, Haití, Ecuador, Perú, Panamá, Cuba, Brasil, México, Japón, lo cual refleja que la FAC está dispuesta no únicamente a cooperar en operaciones militares, sino también en condiciones relacionadas con salvaguardar la vida y la integridad de las personas, tanto en Colombia como en el mundo.


10. REFERENCIAS

- Aeronáutica Civil. (2016). Misión, visión y objetivos. Recuperado de: <http://www.aerocivil.gov.co/aerocivil/mision>
- AIRBUS. (2018). C-295. Recuperado de: <http://www.airbus.com/defence/c295.html>
- Ardila, C., y Cubides, J. (2017). Política pública de seguridad en Colombia frente a la convergencia y las nuevas amenazas. En C. Ardila, & V. Torrijos (Eds.), Políticas públicas de seguridad y defensa: herramientas en el marco del postconflicto en Colombia (pp. 23-56). Bogotá: Escuela Superior de Guerra.
- Bolkcom, C. (2004). Military Airlift: C-17 Aircraft Program. Recuperado de: <http://www.dtic.mil/dtic/tr/full-text/u2/a435617.pdf>.
- Broadus, A., Litman, T. y Menon, G. (2009). Gestión de la Demanda de Transporte. Madrid. Recuperado de: http://oa.upm.es/5776/1/INVE_MEM_2009_72861.pdf.
- Comando de Transporte de los Estados Unidos. (2018). USTRANSCOM, 2018. Recuperado de: <https://www.ustranscom.mil/cmd/aboutustc.cfm>.
- Departamento Nacional de Planeación. (2008). Adquisición Aviones de Transporte. Bogotá: Fuerza Aérea. Recuperado de: https://spi.dnp.gov.co/App_Themes/SeguimientoProyectos/ResumenEjecutivo/0046001860000.pdf
- EATC. (2018). European Air Transport Command, 2018. Recuperado de: <https://eatc-mil.com/en/who-we-are/the-eatc>
- El tráfico de carga aérea crece un 12% en Europa durante 2017. (31 de enero de 2018). El Vigía. Recuperado de: <http://elvigia.com/el-trafico-de-carga-aerea-crece-un-12-en-europa-durante-2017>
- Esquivel, R. (2015). La Fuerza Aérea Colombiana y el cese del conflicto armado (1998-2015). Revista Científica General José María Córdova, 14(17), pp. 377-401. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/recig/v14n17/v14n17a14.pdf>
- Fuerza Aérea Colombia. (2018). Logros FAC 2006-2018 y Retos FAC 2018. Recuperado de: https://www.justiciamilitar.gov.co/irj/go/km/docs/Mindefensa/Documentos/descargas/Sobre_el_Ministerio/RendicionCuentas/2018/FAC/LogrosFAC2018.pdf
- Fuerza Aérea Colombiana. (s.f.). Historia FAC. Recuperado de: <https://www.disan-fac.mil.co/historia-fac>
- Gómez, Á. (2009). Transporte estratégico en la OTAN: opciones de futuro. ISSN 0213-6864. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3211020>
- Haulman, D. (2002). Inter theater airlift challenges of operation enduring freedom. Air Force Historical Research Agency. Recuperado de: <http://www.afhra.af.mil/Portals/16/documents/Studies/AFD-070912-039.pdf>.
- Hernández, F. (1999). La proyección de Fuerzas: el transporte estratégico. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4625834.pdf>
- Hobbes, T. (1980). Leviatán: o la materia, forma y poder de una república eclesiástica y civil. México: Fondo de Cultura Económica.
- Hogg, J. R. (2000). Reinforcing crisis areas. Joint Force Quarterly, Summer.
- Martin, L. (2015). C-130 Hércules. Recuperado de: <https://www.lockheedmartin.com/content/dam/lockheed/data/aero/documents/c130brochure/C130 Brochure Final 2015.pdf>
- Martin, L. (2018). C-5 GALAXY, 2018. Recuperado de: https://www.lockheedmartin.com/content/dam/lockheed-martin/aero/documents/c5/c5_product_card_m11-1132343a.pdf
- Martínez, F. R. (2003). Proyección de la Fuerza: una necesidad actual. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es> > descarga > artículo
- MCCE. (2018). Movement Coordination Centre Europe, 2018. Recuperado de: <http://mcce-mil.com/>
- Mihalik, S. (2000). Retos al Transporte Aéreo Estratégico de la USAF y C2. Escuela Superior de las FAS.
- Mihalik, S. (2000). Retos al Transporte Aéreo Estratégico de la USAF y C2. Escuela Superior de las FAS.
- Military Factory. (2018a). C-235, 2018. Recuperado de: https://www.militaryfactory.com/aircraft/detail.asp?aircraft_id=1018.
- Military Factory. (2018b). FIAT - G - 222, 2018. Recuperado de: https://www.militaryfactory.com/aircraft/detail.asp?aircraft_id=428.
- Military-Today. (s.f.). C-160 Transall. Recuperado de: http://www.military-today.com/aircraft/transall_c160.htm
- NATO Support and Procurement Agency. (2018). NATO Airlift Management Programme, 2018. Recuperado de: <http://www.nspa.nato.int/en/organization/NAMP/home.htm>
- NATO Support and Procurement Agency. (2018). Strategic Airlift Capability, 2018. Recuperado de: <http://www.nspa.nato.int/en/organization/NAMP/sac.htm>
- Navarro, J. (2013). La situación actual del Transporte táctico y estratégico aéreo. Tecnología militar, 35(2), 44 - 48.
- Navarro, V. (2011). European Air TransportCommand: ¿hacia unas Fuerzas armadas europeas? Recuperado de: file:///C:/Users/ceseden/Documents/SCHIAFFINO/MATERIAS/6-METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN/BIBLIOGRAFÍA/DIEEE014_2011EATC.pdf
- Nozick, R. (1988). Anarquía, Estado y utopía. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
- Organización del Tratado del Atlántico Norte. (2018). Strategic Airlift Interim Solution (SALIS), 2018. Recuperado de: https://www.nato.int/cps/ic/natohq/topics_50106.htm
- Pérez, M. (2004). Las Operaciones Especiales en Operaciones Reales. Afganistán. Madrid. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4580081.pdf>
- Prat, P. (2004). 'Adecuación de las tecnologías del Transporte para la Defensa'. En: Universidad Politécnica de Madrid (ed.). El Transporte Aéreo. Madrid: UPM, pp. 97-118. doi: M-41674-2006.
- Real Fuerza Aérea Canadiense. (s.f.). Maple Flag. Recuperado de: <https://www.airforce.gov.au/news-and-events/events/exercises/maple-flag>
- Robert, T., Lynch, K. y Drew, J. (2004). Supporting Air and Space Expeditionary Forces. Edited by RAND. Santa Mónica: RAND. Recuperado de: <http://www.rand.org/>
- Sánchez, A. (2006). La historia de la historia de la caricatura. Jornada. Recuperado de: <http://www.jornada.unam.mx/2006/10/22/sem-agustin.html>.
- Santé, J. (2014). Movimiento Y Transporte. Tendencias, Modelos, Evolución. España, Y El Movimiento Y Transporte Militar. Madrid. Recuperado de: http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_opinion/2014/DIEEE049-2014_Transportey-Movilidad_PanchoSante.pdf.
- Strong, J. y Jaramillo, M. (2014). La Fuerza Aérea Colombia y sus nuevos retos. Campos de acción en un Escenario Interno Transformado. Bogotá: Escuela Superior de Guerra.
- Tefteller, W. R. (1991) Strategic Airlift Support for U.S. Forces Deployment to Operation Desert Shield. Washington. doi: NDU-ICAF-91 -G.4c.
- United States Air Force. (2018). Air Mobility Command, 2018. Recuperado de: <http://www.amc.af.mil/About-Us/Fact-Sheets/Display/Article/144014/air-mobility-command/>

Operational Safety and Aeronautical Logistics

Andrés Palomino
World Aircraft Company South America S.A.S.

Estimation of the Drag Polar of Colombian Agricultural Aircraft through Flight Tests*

 OPEN ACCESS **CIENCIA Y PODER AÉREO**
ISSN 1909-7050 / E- ISSN 2389-2468 / Volumen 14 (1)
Enero-Junio de 2019/ Colombia/ Pp. 148-165

Citación: Palomino, A., (2019). Estimación de la Polar de Arrastre de Aeronave Agrícola Colombiana mediante Pruebas de Vuelo. *Ciencia y Poder Aéreo*, 14 (1),148-165. Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderareo.626>

Andrés Palomino

Ingeniero Aeronáutico e Ingeniero Mecánico egresado de la Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín (UPB), experiencia en manejo de normas de certificación aeronáuticas, elaboración de cálculos e informes aerodinámicos y estructurales y desarrollo de protocolos de pruebas de aeronaves ultralivianas. Ha hecho parte del grupo de investigación Aeroespacial de la UPB en el proyecto de acompañamiento de certificación especial (RAC 26) para aeronave liviana Quicksilver GT-500-ASS de Asocaña. Actualmente trabajando en la obtención de certificado de aeronavegabilidad especial para la aeronave colombiana WA500-AG de la empresa WACSA S.A.S. andrepalcar@hotmail.com

Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderareo.626>

* Scientific article taken from the project "Certification under CS-VLA regulation of Colombian aircraft." Funded by World Aircraft Company South America S.A.S.

ABSTRACT


The present article depicts the process followed in order to obtain the Drag Polar for an Agricultural Aircraft designed and manufactured in Colombia. The work consisted in the determination of a generalized-power curve (PIW-VIW Method) through data gathering during flight tests at different altitudes and airspeeds. The obtained results are given in the form of aerodynamic parameters, being the most relevant: the Zero-Lift Parasite drag coefficient (CDo) and the Oswald efficiency factor (e).

KEY WORDS:

VLA Aircraft, Aircraft Performance, Drag Coefficient, Flight Testing, PIW-VIW Method.

Andrés Palomino
World Aircraft Company South America S.A.S.

Estimativa da polar de arrasto de aeronave agrícola colombiana através de testes de Vôo*

 OPEN ACCESS **CIENCIA Y PODER AÉREO**
ISSN 1909-7050 / E- ISSN 2389-2468 / Volumen 14 (1)
Enero-Junio de 2019/ Colombia/ Pp. 148-165

Citación: Palomino, A., (2019). Estimación de la Polar de Arrastre de Aeronave Agrícola Colombiana mediante Pruebas de Vuelo. *Ciencia y Poder Aéreo*, 14 (1),148-165. Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderareo.626>

Andrés Palomino

Ingeniero Aeronáutico e Ingeniero Mecánico egresado de la Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín (UPB), experiencia en manejo de normas de certificación aeronáuticas, elaboración de cálculos e informes aerodinámicos y estructurales y desarrollo de protocolos de pruebas de aeronaves ultralivianas. Ha hecho parte del grupo de investigación Aeroespacial de la UPB en el proyecto de acompañamiento de certificación especial (RAC 26) para aeronave liviana Quicksilver GT-500-ASS de Asocaña. Actualmente trabajando en la obtención de certificado de aeronavegabilidad especial para la aeronave colombiana WA500-AG de la empresa WACSA S.A.S. andrepalcar@hotmail.com

Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderareo.626>

* Artigo científico resultante do projeto "Certificação segundo a norma CS-VLA de aeronave colombiana". Financiado pela World Aircraft Company South America S.A.S.

RESUMO

O presente relatório descreve o processo seguido para obter o Drag Polar para uma aeronave agrícola projetada e fabricada na Colômbia. Os trabalhos consistiram na determinação de uma curva de potência generalizada (Método PIW-VIW) por meio da coleta de dados durante os testes de vôo em diferentes altitudes e velocidades no ar. Os resultados obtidos são apresentados na forma de parâmetros aerodinâmicos, sendo os mais relevantes: o coeficiente de arrasto do parasita de elevação zero (CDo) e o fator de eficiência de Oswald (e).


PALAVRAS-CHAVE:

aeronaves VLA, desempenho das aeronaves, coeficiente de arrasto, teste de Vôo, método PIW-VIW.

Sección Seguridad Operacional y Logística Aeronáutica

Andrés Palomino
World Aircraft Company South America S.A.S.

Estimación de la Polar de Arrastre de Aeronave Agrícola Colombiana mediante Pruebas de Vuelo*

 OPEN ACCESS **CIENCIA Y PODER AÉREO**
ISSN 1909-7050 / E- ISSN 2389-2468 / Volumen 14 (1)
Enero-Junio de 2019/ Colombia/ Pp. 148-165

Citación: Palomino, A., (2019). Estimación de la Polar de Arrastre de Aeronave Agrícola Colombiana mediante Pruebas de Vuelo. *Ciencia y Poder Aéreo*, 14 (1),148-165. Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.626>

Andrés Palomino

Ingeniero Aeronáutico e Ingeniero Mecánico egresado de la Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín (UPB), experiencia en manejo de normas de certificación aeronáuticas, elaboración de cálculos e informes aerodinámicos y estructurales y desarrollo de protocolos de pruebas de aeronaves ultralivianas. Ha hecho parte del grupo de investigación Aeroespacial de la UPB en el proyecto de acompañamiento de certificación especial (RAC 26) para aeronave liviana Quicksilver GT-500-ASS de Asocaña. Actualmente trabajando en la obtención de certificado de aeronavegabilidad especial para la aeronave colombiana WA500-AG de la empresa WACSA S.A.S. andrepalcar@hotmail.com

Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.626>

* Artículo científico resultado del proyecto "Certificación bajo norma CS-VLA de aeronave colombiana". Financiado por World Aircraft Company South America S.A.S.

RESUMEN

El presente artículo muestra el proceso de obtención de la polar de arrastre de una aeronave agrícola de diseño y fabricación colombiana. El trabajo consistió en la determinación de una curva generalizada de potencia (Método PIW-VIW) mediante toma de datos en pruebas de vuelo a diferentes altitudes y velocidades. Los resultados obtenidos se dan en forma de parámetros aerodinámicos, siendo los más importantes: el coeficiente de arrastre parásito a cero sustentación (CDo) y el factor de eficiencia de Oswald (e).

PALABRAS CLAVE:

aeronave VLA, desempeño de aeronaves, coeficiente de arrastre, pruebas de vuelo, método PIW-VIW.



Los textos publicados en esta revista están sujetos –si no se indica lo contrario– a una licencia de Reconocimiento 4.0 Internacional de Creative Commons. La licencia completa se puede consultar en https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es_ES.

Aprobado evaluador interno: 15/08/2019
Aprobado evaluadores externos: 30/08/2019

NOMENCLATURA

AR	Relación de aspecto del ala
L	Fuerza de Sustentación
W	Peso de la aeronave
W_{std}	Peso estándar de la aeronave
T	Empuje
D	Arrastre
P	Potencia
ρ	Densidad del aire
ρ_o	Densidad estándar del aire al nivel del mar
S	Superficie Alar
V	Velocidad

V_e	Velocidad equivalente
C_L	Coeficiente de Sustentación
C_D	Coeficiente de arrastre
C_{D_o}	Coeficiente de arrastre parásito a cero sustentación
$k = \frac{l}{\pi \cdot e \cdot AR}$	Constante de arrastre inducido
e	Factor de eficiencia de Oswald
η_{pr}	Eficiencia aerodinámica de la hélice
σ	Relación de densidades
PIW	Potencia de peso equivalente
VIW	Velocidad de peso equivalente

INTRODUCCIÓN

En cualquier proceso de desarrollo de una aeronave existen ciertos parámetros fundamentales cuyo conocimiento se hace indispensable al momento de hacer estimaciones de desempeño y rendimiento. Entre las numerosas variables a tener en cuenta, se destacan como esenciales las características aerodinámicas; más específicamente, aquellas relacionadas con el arrastre o resistencia de la aeronave a avanzar por el aire.

Se considera de vital importancia el conocimiento de lo concerniente a la resistencia, porque de ésta dependen factores fundamentales de rendimiento como la potencia requerida, velocidades de vuelo, alcance, rango, tasa de ascenso, etc. (Anderson, 1999).

Si bien, dentro de la comunidad académica colombiana existe una cantidad importante de análisis aerodinámicos para diferentes tipos de aeronaves, desde UAVs (*Unmanned Aerial Vehicle*) hasta diseños conceptuales de aviones de mayor porte; la mayoría de estos estudios se limitan a estimaciones teóricas, soportadas

ya sea en análisis de Dinámica de Fluidos Computacionales (CFD) o -en el mejor de los casos- a pruebas en túneles de viento de modelos, con todo y las restricciones de capacidad que este tipo de dispositivos tienen en los centros académicos de nuestro país.

El propósito de este reporte es presentar la metodología empleada para la determinación de las características de resistencia aerodinámica del WA500-AG, una aeronave VLA (*Very Light Aircraft*) agrícola de diseño y fabricación colombiana; llevándola a la práctica sobre la aeronave completa, mediante pruebas de vuelo reales y mostrando cómo, con la toma de datos simples como RPMs del motor, temperatura ambiente y lecturas de altímetro y velocímetro, es posible determinar parámetros aerodinámicos esenciales como el coeficiente de arrastre parásito a cero sustentación C_{D_o} y el factor de eficiencia de Oswald e . Los resultados obtenidos son comparados con valores típicos de otras aeronaves de porte semejante, encontrándose correlaciones razonables.

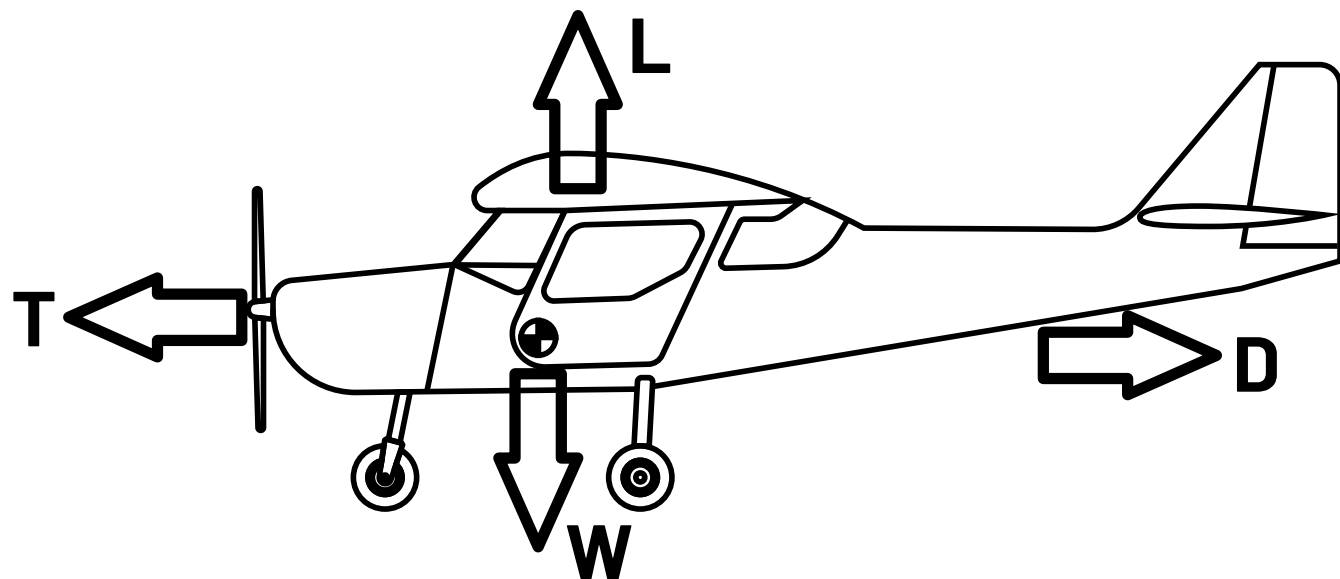


Figura 1. Balance de fuerzas en vuelo recto y nivelado. Fuente: Elaboración Propia

MODELO MATEMÁTICO DE AERONAVE EN VUELO RECTO Y NIVELADO

En vuelo recto y nivelado a velocidad estabilizada, las fuerzas aerodinámicas que actúan sobre la aeronave están en equilibrio con las fuerzas inerciales y propulsivas, representadas estas últimas por el peso y el empuje generado por la hélice. De acuerdo a la Figura 1. Balance de fuerzas en vuelo recto y nivelado. Fuente: Elaboración Propia, esto implica que:

$$L = W \quad (1)$$

$$T = D \quad (2)$$

Por definición (Bertin & Cummings, 2009), la sustentación y el arrastre aerodinámico están dados, respectivamente por:

$$L = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot S \cdot C_L \quad (3)$$

$$D = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot S \cdot C_D \quad (4)$$

Para todo cuerpo aerodinámico, existe una relación entre C_L y C_D que puede ser expresada por medio de una ecuación cuadrática de la forma:

$$C_D = C_{D_0} + k \cdot C_L^2 \quad (5)$$

La ecuación (5), se conoce como *Polar de Arrastre (Drag Polar)* y virtualmente contiene toda la información aerodinámica de la aeronave necesaria para cualquier análisis de desempeño (Anderson, 1999). Por ejemplo, ya que en vuelo recto y nivelado la sustentación es igual al peso; para una aeronave con determinada carga (W), superficie alar conocida (S), volando a cierta altitud (ρ) y a una dada velocidad (V); combinando (1) y (3) se obtiene fácilmente el coeficiente de sustentación C_L e introduciendo este valor en la *Polar de Arrastre* se conoce C_D , con el cual se calcula usando (2) y (4) el empuje requerido y con éste la potencia necesaria para la condición de vuelo definida.

Por medio de un manejo algebraico de las ecuaciones (3), (4) y (5) y teniendo en cuenta la condición de vuelo no-acelerado en donde el empuje es igual al arrastre, es posible definir el empuje requerido en función de la velocidad como:

$$T = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot S \cdot C_{D_0} + \frac{2 \cdot W^2 \cdot k}{\rho \cdot V^2 \cdot S} \quad (6)$$

Para transformar las relaciones de empuje a un parámetro más fácilmente medible en vuelo como lo es la potencia, se multiplica (6) por la velocidad:

$$P = T \cdot V = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^3 \cdot S \cdot C_{D_0} + \frac{2 \cdot W^2 \cdot k}{\rho \cdot V \cdot S} \quad (7)$$

La ecuación (7) define lo que se conoce como la curva de potencia requerida, y en general tiene la forma:

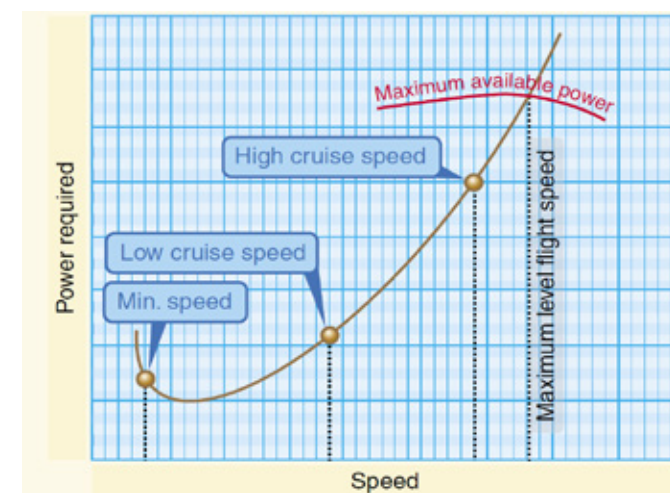


Figura 2. Forma general de la curva de potencia requerida de una aeronave. Fuente: (Federal Aviation Administration, 2016)

MÉTODO PIW-VIW

De la ecuación (7) se evidencia la dependencia de esta expresión en ρ y W , con lo cual se tiene el inconveniente de que la curva de potencia requerida de la Figura 2. Forma general de la curva de potencia requerida de una aeronave. es aplicable únicamente a una condición de vuelo particular a cierta altitud y peso.

Una forma de solventar lo anterior la presenta el Método PIW-VIW (Kimberlin, 2003), el cual reduce las curvas de potencia de todas las altitudes y pesos a 1 sola, que sería la que construiría la aeronave si volara en atmósfera estándar a nivel del mar con un peso estándar.

El Método PIW-VIW se desarrolla por medio de manipulaciones algebraicas de la ecuación de curva de potencia requerida como sigue:

Introduciendo en (7) la relación de densidades σ , y la potencia real, definida como la potencia multiplicada por la eficiencia de la hélice:

$$\eta_{pr} \cdot P = \frac{1}{2} \cdot \rho_o \cdot \sigma \cdot V^3 \cdot S \cdot C_{D_0} + \frac{2 \cdot W^2 \cdot k}{\rho_o \cdot \sigma \cdot V \cdot S} \quad (8)$$

Multiplicando (8) por $\sqrt{\sigma}$:

$$\eta_{pr} \cdot P \cdot \sqrt{\sigma} = \frac{1}{2} \cdot \rho_o \cdot (V \cdot \sqrt{\sigma})^3 \cdot S \cdot C_{D_0} + \frac{2 \cdot W^2 \cdot k}{\rho_o \cdot V \cdot \sqrt{\sigma} \cdot S} \quad (9)$$

Trabajando con velocidades equivalentes en lugar de velocidades verdaderas ($V_e = V \cdot \sqrt{\sigma}$):

$$\eta_{pr} \cdot P \cdot \sqrt{\sigma} = \frac{1}{2} \cdot \rho_o \cdot (V_e)^3 \cdot S \cdot C_{D_0} + \frac{2 \cdot W^2 \cdot k}{\rho_o \cdot V_e \cdot S} \quad (10)$$

En este punto se introduce un peso estándar W_{std} (generalmente el peso máximo de despegue); dividiendo (10) por $(W / W_{std})^{3/2}$ y reorganizando:

$$\frac{\eta_{pr} \cdot P \cdot \sqrt{\sigma}}{(W/W_{std})^{3/2}} = \frac{1}{2} \cdot \rho_o \cdot (V_e/\sqrt{W/W_{std}})^3 \cdot S \cdot C_{D_0} + \frac{2 \cdot W_{std}^2 \cdot k}{\rho_o \cdot S \cdot V_e/\sqrt{W/W_{std}}} \quad (11)$$

Definiendo una potencia y velocidad de peso equivalente, PIW y VIW como:

$$PIW = \frac{\eta_{pr} \cdot P \cdot \sqrt{\sigma}}{(W/W_{std})^{3/2}} \quad (12)$$

$$VIW = \frac{V_e}{\sqrt{W/W_{std}}} \quad (13)$$

(11) puede reescribirse como:

$$PIW = \frac{1}{2} \cdot \rho_o \cdot VIW^3 \cdot S \cdot C_{D_0} + \frac{2 \cdot W_{std}^2 \cdot k}{\rho_o \cdot S \cdot VIW} \quad (14)$$

La ecuación (14) se define como la *Curva Generalizada de potencia* y es análoga a la curva de potencia requerida dada por (7). Con esta expresión y conociendo los parámetros básicos particulares de una aeronave ($k, C_{D_0}, W_{std}, \eta_{pr}$) es posible determinar la potencia requerida para volar a cualquier altitud y velocidad.

OBTENCIÓN DE LA POLAR DE ARRASTRE POR MEDIO DE PRUEBAS DE VUELO Y MÉTODO PIW-VIW

En la práctica, es relativamente fácil obtener valores de *PIW* y *VIW* de pruebas de vuelo. Los vuelos son llevados a cabo en aire calmo y preferiblemente sin gradientes de temperatura; estas condiciones atmosféricas generalmente se encuentran temprano en la mañana.

El procedimiento general consiste en estabilizar diferentes velocidades de vuelo a diferentes altitudes y para cada prueba, los parámetros a anotar son: temperatura ambiente, altitud, velocidad, flujo de combustible y *RPMs* del motor. Con estos datos y las relaciones dadas por (12) y (13), valores de *PIW* y *VIW* son calculados y graficados.

El valor de la potencia *P* en vuelo al igual que la eficiencia de la hélice η_{pr} , son obtenidas por medio de las curvas de desempeño suministradas por los fabricantes del motor y la hélice, respectivamente.

La curva *PIW - VIW* obtenida de las pruebas de vuelo es conveniente para determinar la polar de arrastre de la aeronave como sigue:

De (3), el coeficiente de sustentación puede escribirse como:

$$C_L = \frac{2 \cdot W}{\rho \cdot V^2 \cdot S} = \frac{2 \cdot (W/W_{std}) \cdot W_{std}}{\rho_o \cdot V_e^2 \cdot S} = \frac{2 \cdot W_{std}}{\rho_o \cdot S \cdot (V_e/\sqrt{W/W_{std}})^2} \quad (15)$$

Con lo cual:

$$C_L = \frac{2 \cdot W_{std}}{\rho_o \cdot S \cdot (VIW)^2} \quad (16)$$

De manera equivalente, el coeficiente de arrastre puede expresarse como:

$$C_D = \frac{2 \cdot D}{\rho \cdot V^2 \cdot S} = \frac{2 \cdot P}{\rho_o \cdot \sigma \cdot V^3 \cdot S} = \frac{2 \cdot \eta_{pr} \cdot P}{\rho_o \cdot \sigma \cdot V^3 \cdot S} = \frac{2 \cdot PIW}{\rho_o \cdot S \cdot (V_e/\sqrt{W/W_{std}})^3} \quad (17)$$

Con lo cual:

$$C_D = \frac{2 \cdot PIW}{\rho_o \cdot S \cdot (VIW)^3} \quad (18)$$

En las ecuaciones (16) y (18), W_{std} , ρ_o y S son datos conocidos; mientras que los valores de *PIW* y *VIW* vienen de las pruebas de vuelo como se ha explicado anteriormente. Al sustituir estos datos en (16) y (18), se pueden tabular valores de C_D vs C_L o si se tabulan en la forma C_D vs C_L^2 , se está obteniendo la polar de arrastre de la aeronave.



Figura 3. Aeronave WA500-AG. Fuente: elaboración propia.

AERONAVE E INSTRUMENTOS

La aeronave empleada es el WA500-AG, un avión agrícola categoría liviano (VLA) diseñado, fabricado y certificado en Colombia por la compañía World Aircraft Company South America (WACSA S.A.S) localizada en el departamento del Valle del Cauca.

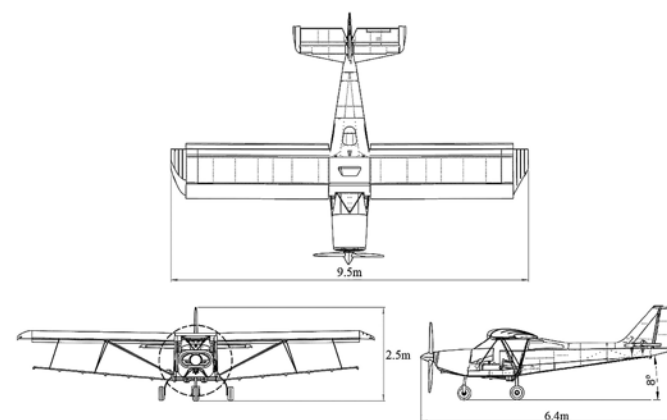


Figura 4. Plano de 3 vistas aeronave WA500-AG. Fuente: (WACSA S.A.S, 2019)

Un resumen de los datos relevantes para los cálculos y las pruebas:

TABLA 1.

Datos Generales de la Aeronave WA500-AG

GENERAL	
Envergadura	9,5 m (31,2 ft)
Largo	6,4 m (20,9 ft)
Alto	2,5 m (8,2 ft)
Área Alar	12,01 m ² (129.3 ft ²)
Cuerda Media Aerodinámica	1,261 m (4,137 ft)
Relación de Aspecto (AR)	7.5
Carga Alar	58,7 kg/m ² (12,02 lb/ft ²)
PLANTA MOTRÍZ	
Motor	ROTAX 912 S2 - 100 hp
Hélice	CLERICI Bipala HCF-28NB-3
PESOS	
Peso vacío	385 kg (849 lb)
Carga Útil	320 kg (705 lb)
Peso Máximo de despegue	705 kg (1554 lb)
Peso Máximo de Aterrizaje	650 kg (1433 lb)

Fuente: elaboración propia

La instrumentación instalada en el panel de cabina es presentada:



Figura 5. Panel de Instrumentos Aeronave WA500-AG. (a)Velocímetro, (b)Variómetro, (c) Brújula magnética, (d) Indicador Temp. Agua. Motor, (e)Indicador Temp. Aceite, (f) Indicador Presión. Aceite, (g) Indicador Presión. Combustible, (h) EGT, (i) Amperímetro, (j) Altimetro, (k) Tacómetro, (l) Radio VHF. Fuente: elaboración propia.



Figura 6. Instalación del medidor de temperatura ambiente (OAT - Outside Air Temperature) Fuente: elaboración propia.

Las características técnicas de los instrumentos específicos empleados para la toma de datos (altímetro, tacómetro, velocímetro y medidor de temperatura ambiente) son presentados:

TABLA 2. Especificaciones del velocímetro

VELOCÍMETRO	
Fabricante	UMA Inc.
Tipo	Análogo
Parte No.	16-310-140
Unidades	mph
Rango de escala	20 - 160 mph
Graduación	Cada 5 mph
Certificación FAA	TSO-C2d

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 3.

Especificaciones del Altímetro

ALTÍMETRO	
Fabricante	UNITED INSTRUMENTS, INC.
Tipo	Análogo
Parte No.	5934PD-3
Unidades	ft
Rango de escala	-1000 to 20000 ft
Numero de indicadores	3
Ajuste barométrico	28.1 a 31.0 in Hg / 946 a 1050 mb
Certificado FAA	TSO-C10b

Fuente: elaboración propia

TABLA 4.

Especificaciones del tacómetro

TACÓMETRO	
Fabricante	AVIASPORT S.A
Tipo	Análogo
Parte No.	IM-105
Unidades	rpm
Rango de escala	0 a 7000 rpm
Graduación	Cada 200 rpm
Certificado FAA	TSO'd

Fuente: elaboración propia

TABLA 5.

Especificaciones del Medidor de OAT

MEDIDOR DE TEMPERATURA EXTERIOR (OAT)	
Fabricante	ROCHESTER
Tipo	Análogo
Parte No.	668507-0101
Unidades	°C / °F
Rango de escala	-50°C a 60°C / -60°F a 140°F
Graduación	Cada 2°C / Cada 5°F
Certificado FAA	No Aplica

Fuente: elaboración propia

MOTOR Y HÉLICE

Para efectos de cálculo de peso se tiene en cuenta el consumo de combustible en el tiempo; el cual, de acuerdo al fabricante del motor Rotax (ROTAX , 2016), se asume en un valor medio de 5 Gal/hr.

Respecto a la potencia producida, las curvas de rendimiento del motor empleadas son:

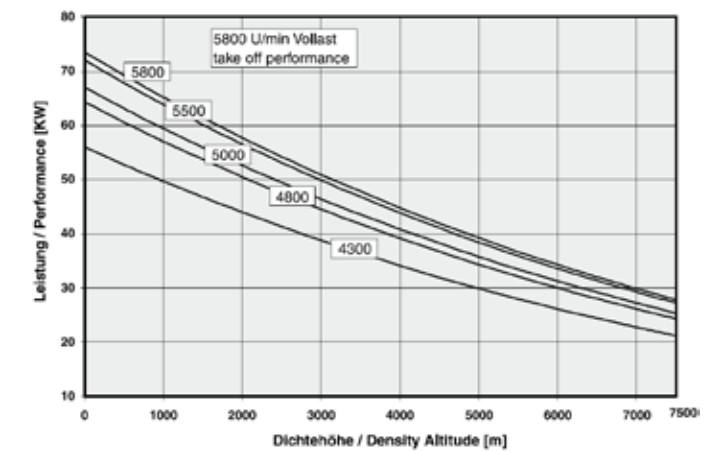


Figura 7. Curvas de potencia del motor Rotax 912 S2. Fuente: (ROTAX , 2016)

En relación a la hélice, al ser de paso fijo, su eficiencia necesariamente varía en función de la velocidad (Ojha, 1995). Ya que el fabricante original no suministra curvas de rendimiento; una aproximación razonable es trabajar con una curva de eficiencia genérica, aplicable para una hélice bi-pala, de diámetro y paso fijo, semejante a la instalada en la aeronave:

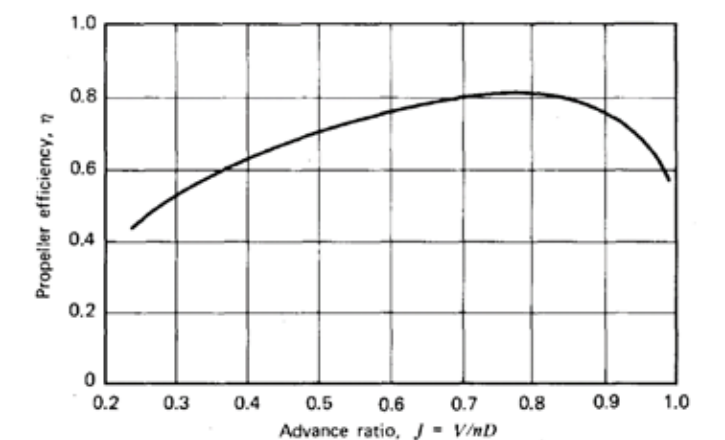


Figura 8. Curva de eficiencia genérica para una hélice bi-pala de paso fijo Fuente: (McCormick, 1979)



Figura 9. Detalle de instalación de las cámaras en cabina de vuelo. **Fuente:** Elaboración propia.

PROCEDIMIENTO Y RESULTADOS

Para la toma de datos son instaladas 2 cámaras de video *Hero 5 GoPro*®, una detrás del piloto para lograr una toma panorámica de la cabina y la otra para registrar imagen del tablero de instrumentos:

Las pruebas de vuelo fueron llevadas a cabo en el Aeródromo del Aeroclub Las Águilas (SQLG - ICAO), localizado en el municipio de Yumbo, Valle del Cauca, Colombia (03 30 48.30 N ; 076 29 35.20 W).

La aeronave despegó con un peso total inicial de 515 kg, correspondiente al peso vacío + peso piloto + peso de 16 galones de combustible.

Las pruebas se llevan a cabo a altitudes de 3500, 4000, 4500, 5000, 5500, 6000, 6500, 7000, 7500, 8000 y 8500 ft.

En cada altitud se estabiliza la aeronave a 55, 60, 65, 70, 75 y 80 mph con configuración de cero flaps. Registrando en cada condición de vuelo la temperatura ambiente, velocidad, altitud y revoluciones por minuto del motor.

La densidad del aire local, requerida en el cómputo de la altitud por densidad para la potencia del motor así

como para la relación de densidades para el cálculo de PIW (Ecuación (12)); se obtiene por medio de las relaciones de atmosfera estándar en función de la altitud y la temperatura.

La curva de potencia generalizada y la polar de arrastre experimental obtenidas son presentadas:

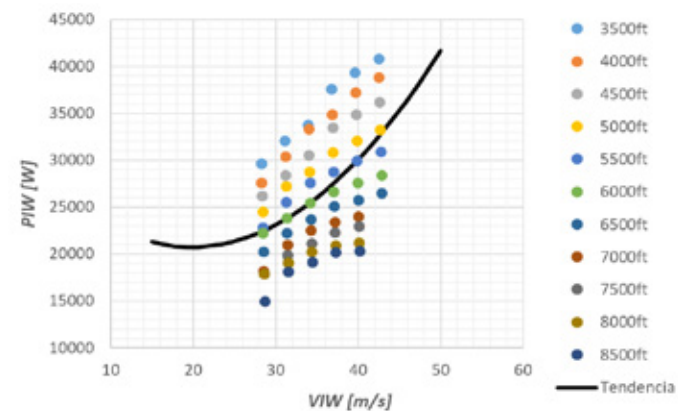


Figura 11. Curva de Potencia Generalizada obtenida para la aeronave WA500-AG. **Fuente:** elaboración propia.

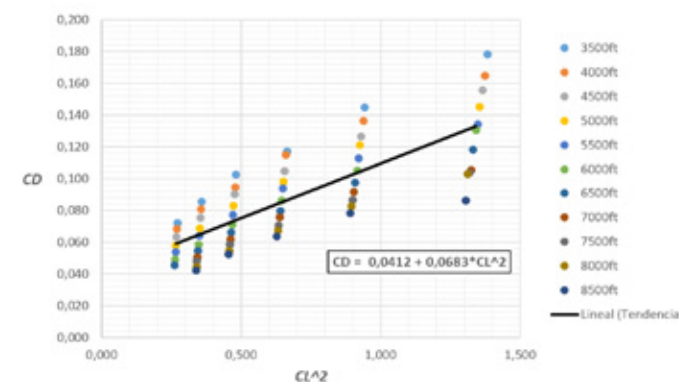


Figura 12. Polar de arrastre experimental de la aeronave WA500-AG. **Fuente:** elaboración propia.

Las características de resistencia aerodinámica de la aeronave son determinadas directamente de la Figura 12. Polar de arrastre experimental de la aeronave WA500-AG. **Fuente:** elaboración propia..

El coeficiente de arrastre parásito a cero sustentación (C_{D_0}) es simplemente la intersección de la recta con el eje CD :

$$C_{D_0} = 0.0412$$

Mientras que factor de eficiencia de Oswald, se obtiene con ayuda de la pendiente de la recta y su definición (Roskam & Lan, 1997), como:

$$Pendiente = k = \frac{1}{\pi \cdot e \cdot AR} \quad (19)$$

Despejando de (19) e introduciendo los valores conocidos, se obtiene:

$$e = 0.621$$



Figura 10. Vista en cabina durante la prueba de vuelo. **Fuente:** Elaboración propia.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Tanto la curva de potencia generalizada como la polar de arrastre obtenidas de la tendencia de datos de las Figura 11 y de la Figura 12. Polar de arrastre experimental de la aeronave WA500-AG. Fuente: elaboración propia., tienen el comportamiento y se ajustan de manera razonable a las formas establecidas encontradas en la literatura. La dispersión observada de los datos entre diferentes altitudes puede deberse a gradientes de temperaturas importantes, no detectados por el termómetro análogo instalado en la aeronave. Aunque son condiciones atmosféricas sobre las que no se tiene control, la tendencia general de los datos se considera satisfactoria.

En cuanto a los resultados para C_{D_0} y e , (Sadraey, 2017) brinda una tabla de valores típicos para aeronaves de diseño convencional:

TABLA 6.
Valores Típicos de C_{D_0} y e .

TIPO DE AERONAVE	C_{D_0}	e
Bi-motor a pistón y hélice	0.022 - 0.028	0.75 - 0.8
Turbohélice Grande	0.018 - 0.024	0.8 - 0.85
Aviación General pequeño con tren retráctil	0.02 - 0.03	0.75 - 0.8
Aviación General pequeño con tren fijo	0.025 - 0.04	0.65 - 0.8
Aeronave Agrícola con aguilonos externos	0.07 - 0.08	0.65 - 0.7
Aeronave Agrícola sin aguilonos externos	0.06 - 0.065	0.65 - 0.75
Jet Subsónico	0.014 - 0.02	0.75 - 0.85
Jet Supersónico	0.02 - 0.04	0.6 - 0.8
Planeador	0.012 - 0.015	0.8 - 0.9
Aeromodelo a control remoto	0.025 - 0.045	0.75 - 0.85

Fuente: (Sadraey, 2017)

Comparando directamente con los valores típicos de aeronaves agrícolas, el valor del factor de eficiencia de Oswald está muy cerca del rango esperado; resultado lógico, puesto que se trata de una aeronave de ala trapezoidal convencional cuyo diseño no se aleja de los típicos encontrados en el mercado.

Por otro lado, el que C_{D_0} esté un poco por debajo del rango de valores esperados, puede obedecer al hecho de que la aeronave WA500-AG es considerada categoría liviana (VLA), es decir, de pesos y dimensiones generales menores a las de aeronaves agrícolas convencionales. Una menor área tanto alar como superficial se reflejan en un menor coeficiente de fricción, el cual, tiene relación directa con el coeficiente de arrastre parásito (Roskam & Lan, 1997).

CONCLUSIONES

Las pruebas de vuelo de la aeronave agrícola colombiana WA500-AG fueron llevadas a cabo a diferentes altitudes y fue estabilizada a diferentes velocidades. Para cada condición de vuelo se tomó registro de la temperatura, velocidad, altitud y RPM's del motor. Estos valores fueron empleados en conjunto con las ecuaciones de vuelo recto y nivelado, para construir la curva de potencia generalizada y la polar de arrastre, de acuerdo al procedimiento conocido como Método *PIW-VIW*.

Los resultados graficados permitieron generar líneas de tendencia que se ajustaban de manera satisfactoria con lo predicho por las ecuaciones. De la ecuación de la línea de tendencia del gráfico C_L^2 vs C_D , fue posible deducir los valores de coeficiente de arrastre parásito a cero sustentación C_{D_0} y de factor de eficiencia de Oswald e . Los resultados obtenidos han sido comparados con valores típicos reportados en la literatura, encontrándose que estos se muestran muy cerca de los rangos esperados.

Estos resultados demuestran la conveniencia del uso del Método *PIW-VIW* para estimar de manera experimental parámetros aerodinámicos de aeronaves reales con un mínimo de cálculo y con lecturas de instrumentos básicos encontrados en cualquier aeronave.

Actividades semejantes pueden ser implementadas por las facultades de ingeniería aeronáutica de las universidades colombianas o instituciones académicas militares, como complemento de un curso sobre desempeño de aeronaves.

REFERENCIAS

- Anderson, J. (1999). *Aircraft Performance and Design*. U.S.A: McGraw Hill.
- Anderson, J. (2001). *Fundamentals of Aerodynamics* (3 ed.). New York: McGraw Hill.
- Bertin, J., & Cummings, R. (n.d.). *Aerodynamics for Engineers* (5 ed.). Pearson Prentice Hall.
- Federal Aviation Administration. (2011). *AC No: 23-8C - Flight Test Guide For Certification of Part 23 Airplanes*. U.S.A.
- Federal Aviation Administration. (2016). *FAA-H-8083-25B - Pilot's Handbook of Aeronautical Knowledge* -. Oklahoma City: U.S Department of Transportation - Airman Testing Standards Branch.
- Kimberlin, R. (2003). *Flight Testing of Fixed-Wind Aircraft*. Knoxville, Tennessee: AIAA Education Series.
- McCormick, B. W. (1979). *Aerodynamics, Aeronautics and Flight Mechanics*. U.S.A: John Wiley & Sons, Inc.
- Ojha, S. K. (1995). *Flight Performance of Aircraft*. Washington DC: American Institute of Aeronautics and Astronautics.
- Roskam, J. (1985). *Airplane Design*. Lawrence, Kansas: Roskam Aviation and Engineering Corporation.
- Roskam, J., & Lan, C.-T. (1997). *Airplane Aerodynamics and Performance*. Lawrence, Kansas: DARcorporation.
- ROTAX . (2016). *Operators Manual For Rotax Engine Type 912 Series*. Austria: BRP-Rotax GmbH&Co KG .
- Sadraey, M. (2017). *Aircraft Performance An Engineering Approach*. Boca Raton, FL: Taylor & FrancisGroup LLC.
- U.S. Air Force. (1966). *Flight Test Engineering Handbook*. U.S.A.
- WACSA S.A.S. (2019). *Doc.-No. WA500AG-FT - Flight Test Report For WA500-AG Aircraft*. Cali.
- Ward, D., & Strganac, T. (1998). *Introduction to Flight Test Engineering* (2nd Edition ed.). Dubuque, Iowa: Kendall/Hunt Publishing Company.

Technology and Innovation

Daimer Ospina Contreras
Luis Carlos Roldán Torres
Fundación Universitaria Los Libertadores

Design of the Structure of a Three-stage Rocket to Transport a 200-kg Payload into a Low Earth Orbit*



OPEN ACCESS

CIENCIA Y PODER AÉREO

ISSN 1909-7050 / E- ISSN 2389-2468 / Volumen 14 (1)
Enero-Junio de 2019/ Colombia/ Pp. 166-179

Citación: Ospina, D., y Roldán, L. (2019). Diseño de la estructura de un cohete de tres etapas para transportar una carga útil de 200 kg a una órbita baja de la Tierra. *Ciencia y Poder Aéreo*, 14 (1), 166-179. Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderareo.627>

Daimer Ospina Contreras

Ingeniero aeronáutico de la Fundación Universitaria Los Libertadores con Maestría en Ingeniería y tecnología espacial. Su área de investigación es la Cohetería. Participa en el artículo como autor, siendo co-investigador del proyecto del cual se deriva el presente escrito.
ingdaimerospina@hotmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8411-7040>

Luis Carlos Roldán Torres

Ingeniero aeronáutico de la Fundación Universitaria Los Libertadores con Maestría en Ingeniería y tecnología espacial. Su área de investigación es la Ingeniería y tecnología espacial. Participa en el artículo como autor, siendo co-investigador del proyecto del cual se deriva el presente escrito.
luis.roltant@outlook.com
CvLAC: https://scienti.colciencias.gov.co/cvllac/visualizador/generarCurrículoCv.do?cod_rh=0000144483

Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderareo.627>

* Article of research, taken from the research project: "Conceptual and preliminary design of a three-stage solid-propellant rocket to carry a 200-kg payload into a low Earth orbit". Work carried out in the Semillero aeroespacial y cohetería research group, endorsed by the Fundación Universitaria Los Libertadores.

ABSTRACT

This article presents the conceptual design of the structure of a three-stage rocket capable of carrying 200 kg to low Earth orbits, developed in the project of grade of two students of aeronautical engineering from the Fundación Universitaria Los Libertadores. The design starts from the decision of how they are going to form the structure to protect three rocket engines inside, considering the force generated by the first one since this is the largest,

followed by the design of the profiles that make up the structure and selection of a lightweight material such as aluminum (Al) to support efforts up to 280 N/mm², hence the calculation of total area, the required areas and moments of inertia, begins with the calculation of the stringer profile, followed by the bulkhead profile and even the rivet diameter obtaining dimensioning, structural distribution and the final configuration of the structure.

KEY WORDS:

Area, Bulkhead, Effort, Inertial Moment, Stringer, Thickness.

Tecnología e Inovação

Daimer Ospina Contreras
Luis Carlos Roldán Torres
 Fundación Universitaria Los Libertadores

Desenho da estrutura de um foguete de três etapas para transportar uma carga útil de 200 kg a uma órbita baixa da Terra*



OPEN ACCESS

CIENCIA Y PODER AÉREO

ISSN 1909-7050 / E- ISSN 2389-2468 / Volumen 14 (1)
 Enero-Junio de 2019/ Colombia/ Pp. 166-179

Citación: Ospina, D., y Roldán, L. (2019). Diseño de la estructura de un cohete de tres etapas para transportar una carga útil de 200 kg a una órbita baja de la Tierra. *Ciencia y Poder Aéreo*, 14 (1), 166-179. Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderareo.627>

Daimer Ospina Contreras

Ingeniero aeronáutico de la Fundación Universitaria Los Libertadores con Maestría en Ingeniería y tecnología espacial. Su área de investigación es la Cohetería. Participa en el artículo como autor, siendo co-investigador del proyecto del cual se deriva el presente escrito.
 ingdaimerospina@hotmail.com
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8411-7040>

Luis Carlos Roldán Torres

Ingeniero aeronáutico de la Fundación Universitaria Los Libertadores con Maestría en Ingeniería y tecnología espacial. Su área de investigación es la Ingeniería y tecnología espacial. Participa en el artículo como autor, siendo co-investigador del proyecto del cual se deriva el presente escrito.
 luis.roltant@outlook.com
 CvLAC: https://scienti.colciencias.gov.co/cvllac/visualizador/generarCurrículoCv.do?cod_rh=0000144483

Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderareo.627>

* Artículo de pesquisa, derivado do projeto de pesquisa: "Desenho conceitual e preliminar de um foguete de propulsor sólido de três etapas para transportar uma carga útil de 200 kg a uma órbita terrestre baixa". Trabalho realizado pelo grupo de pesquisa Grupo de Pesquisadores aeroespacial e Engenharia Espacial, atestado pela Fundação Universitária Los Libertadores.

RESUMO

O presente artigo apresenta o desenho conceitual da estrutura de um foguete de três etapas capaz de transportar 200 kg a órbitas baixas da terra, desenvolvido no projeto de pesquisa de dois estudantes de engenharia aeronáutica da Fundação Universitaria Los Libertadores. Parte do desenho começa desde a escolha de como formarão a estrutura para poder resguardar três motores foguete em seu interior, considerando a força geradora pelo pri-

meiro deles, já que este é o maior, seguido pelo design dos perfis que compõem a estrutura e seleção de um material leve como o alumínio (Al) para apoiar esforços de até 280 N/mm², portanto o cálculo das áreas totais, as áreas requeridas e os momentos de inércia, iniciam-se com o cálculo do perfil stringer, seguido pelo perfil do anteparo e inclusive o diâmetro do rebite, obtendo o dimensionamento, a distribuição estrutural e a configuração final da estrutura.

PALAVRAS-CHAVE:

área, esforço, espessura, anteparo, momento de inércia, stringer.

Sección Tecnología e Innovación

Daimer Ospina Contreras
Luis Carlos Roldán Torres
Fundación Universitaria Los Libertadores

Diseño de la estructura de un cohete de tres etapas para transportar una carga útil de 200 kg a una órbita baja de la Tierra*



OPEN ACCESS

CIENCIA Y PODER AÉREO

ISSN 1909-7050 / E- ISSN 2389-2468 / Volumen 14 (1)
Enero-Junio de 2019/ Colombia/ Pp. 166-179

Citación: Ospina, D., y Roldán, L. (2019). Diseño de la estructura de un cohete de tres etapas para transportar una carga útil de 200 kg a una órbita baja de la Tierra. *Ciencia y Poder Aéreo*, 14 (1), 166-179. Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.627>

Daimer Ospina Contreras

Ingeniero aeronáutico de la Fundación Universitaria Los Libertadores con Maestría en Ingeniería y tecnología espacial. Su área de investigación es la Cohetería. Participa en el artículo como autor, siendo co-investigador del proyecto del cual se deriva el presente escrito.
ingdaimerospina@hotmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8411-7040>

Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.627>

Luis Carlos Roldán Torres

Ingeniero aeronáutico de la Fundación Universitaria Los Libertadores con Maestría en Ingeniería y tecnología espacial. Su área de investigación es la Ingeniería y tecnología espacial. Participa en el artículo como autor, siendo co-investigador del proyecto del cual se deriva el presente escrito.
luis.roltant@outlook.com
CvLAC: https://scienti.colciencias.gov.co/cvllac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000144483

* Artículo de investigación, derivado del proyecto de investigación: "Diseño conceptual y preliminar de un cohete de tres etapas de propelente sólido para transportar una carga útil de 200 kg a una órbita baja de la Tierra". Trabajo realizado en el grupo de investigación Semillero aeroespacial y cohetería, avalado por la Fundación Universitaria Los Libertadores.

RESUMEN

El presente artículo muestra el diseño conceptual de la estructura de un cohete de tres etapas capaz de transportar 200 kg a órbitas bajas de la Tierra, desarrollado en el proyecto de investigación de dos estudiantes de ingeniería aeronáutica de la Fundación Universitaria Los Libertadores. El diseño parte desde la selección de la forma en que se va a formar la estructura para poder resguardar tres motores cohete en su interior teniendo en cuenta la fuerza generada por el primero de ellos

ya que esta es la mayor, seguido del diseño de los perfiles que compondrán la estructura y la selección de un material liviano como el aluminio (Al) para soportar esfuerzos de hasta 280 N/mm², de allí el cálculo de las áreas totales, las áreas requeridas y los momentos de inercia, se inicia con el cálculo del perfil stringer, seguido por el perfil mamparo e incluso el diámetro del remache obteniendo el dimensionamiento, la distribución estructural y la configuración final de la estructura.

PALABRAS CLAVE:

área, esfuerzo, espesor, mamparo, momento de inercia, stringer.



Los textos publicados en esta revista están sujetos –si no se indica lo contrario– a una licencia de Reconocimiento 4.0 Internacional de Creative Commons. La licencia completa se puede consultar en https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es_ES.

Aprobado evaluador interno: 15/08/2019
Aprobado evaluadores externos: 28/08/2019

INTRODUCCIÓN

Los cohetes son vehículos desarrollados para transportar una carga útil a distintas alturas desde la superficie de la Tierra. Estos vehículos funcionan basados en la propulsión a chorro, la cual ha sido estudiada desde hace varios siglos; sin embargo, no fue sino hasta mediados de la década de 1950 cuando se dio el apogeo de este medio de transporte. Los cohetes funcionan gracias a un motor, llamado motor cohete, el cual genera la propulsión necesaria para contrarrestar la fuerza de atracción gravitacional y elevar el cohete a la altura necesaria; no obstante, es muy difícil y arriesgado unir la carga a estos motores directamente, además de que es necesario la utilización de otros componentes y sistemas para hacer funcionar correctamente dichos motores. Por lo tanto,

se hace necesario el uso de una estructura resistente y liviana, no sólo para acoplar todo el sistema de propulsión, también los otros sistemas necesarios y la carga paga que se va a transportar. Uno de los sistemas más importantes en un cohete es la estructura, puesto que esta da forma y soporta las fuerzas generadas por la aceleración del cohete y las que el aire genera sobre el mismo; igualmente, resguarda y une los diferentes motores cohete o el sistema de propulsión que impulsa las diferentes etapas del vehículo.

El diseño de la estructura de un cohete es parte crucial en su diseño, ya que esta debe calcularse para resistir todos los esfuerzos que se puedan generar por acción propia del cohete o por factores externos; además, debe ser lo más liviana

posible para que esta demande la menor cantidad de empuje para elevarla junto con los demás sistemas. El tamaño de la estructura y la cantidad de componentes que la forman representan no sólo masa que se traduce a peso, también material que genera gastos económicos, por lo que el diseño de esta no debe ser solamente técnicamente posible, también económicamente viable.

El diseño de la estructura debe satisfacer varios requerimientos, entre los cuales están el dar la forma y configuración definitiva del cohete. Es decir, estar hecha de tal forma que cumpla el diseño para poder ubicar los otros sistemas dentro de ella. Sumado a cumplir con un tamaño específico, que estará condicionado al tamaño de los motores cohete y de los demás sistemas que estén

en el cohete. Se debe seleccionar el material, la forma y tamaño de los diferentes componentes, los cuales no generen mucho peso y resistan todos los esfuerzos que se lleguen a presentar.

Esta investigación se desarrolló con el propósito de poder construir el cohete que se diseñó en el territorio colombiano, por lo que es una prioridad que los materiales usados como materia prima sean de fácil acceso para la industria en Colombia y, además de ello, sea económicamente posible su desarrollo. Este proyecto estuvo basado en el estudio de la trayectoria de vuelo para un cohete con unas posibles características [1].

Para el diseño del cohete se determinó que este estaría formado por tres motores cohete que representarían cada una de las etapas, puesto que esta cantidad

permite optimizar el rendimiento del cohete. Los motores estarían puestos en serie, por lo que la longitud total de la estructura sería igual a la suma de las longitudes de cada uno de los motores. Al ser todos de un mismo diámetro, se optó por usar la misma técnica de construcción que la usada para construir el fuselaje de los aviones comerciales, la cual está formada por dos figuras principales: los *stringer's*, componentes encargados de soportar las cargas axiales generadas por los motores cohete, ubicados longitudinalmente y a los cuales irán ancladas las láminas que componen la piel de la estructura, y los mamparos, ubicados transversalmente y de forma cilíndrica, cuya función principal es reducir la deformación de los *stringer's* en forma de ondulado. Los cálculos se realizaron para secciones de un metro de longitud [1].

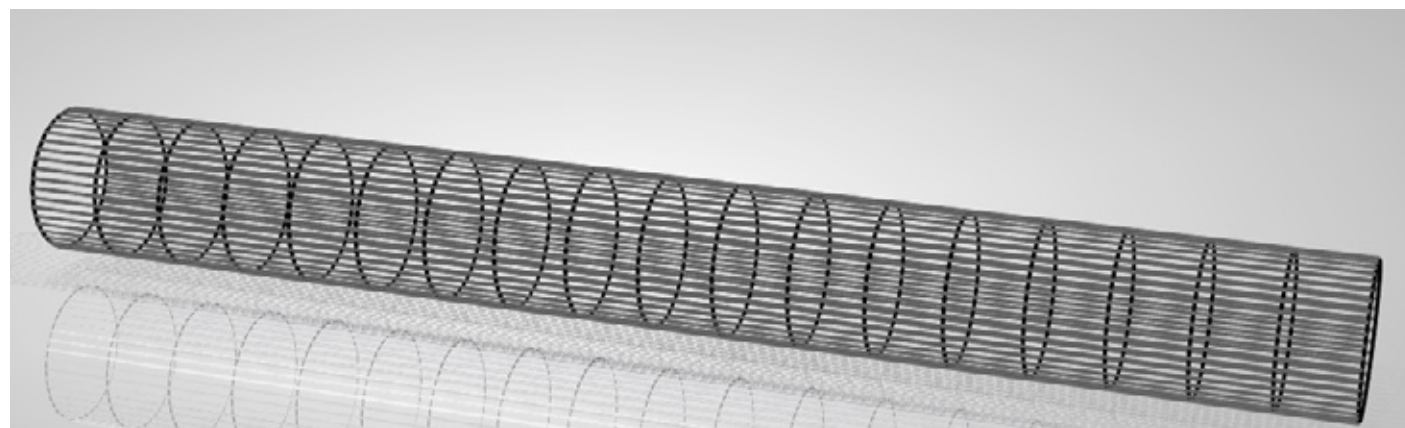


Figura 1. Estructura diseñada con mamparos y stringer's [1].



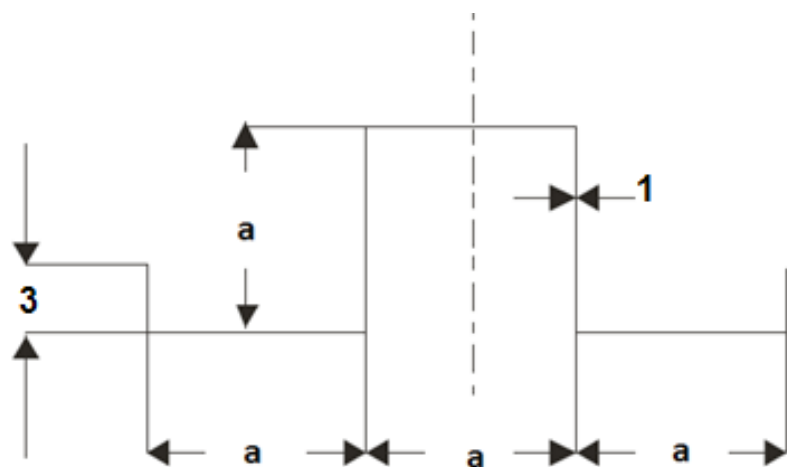


Figura 2. Perfil stringer [1].

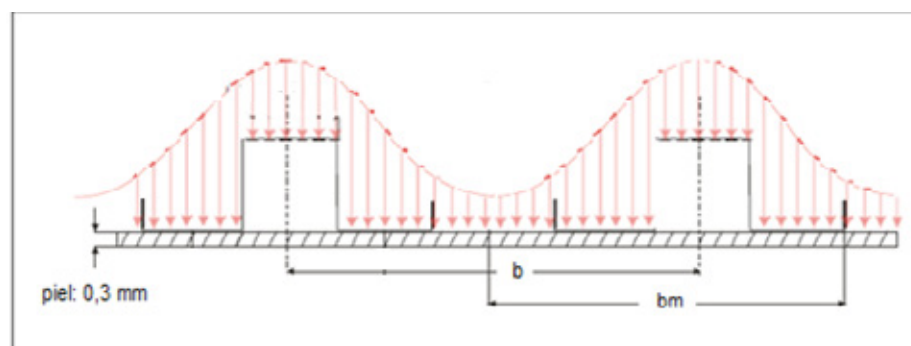


Figura 3. Distancias utilizadas para el cálculo del área total del stringer [4].

STRINGER'S

Los stringer's dan la longitud total a la estructura y están conformados por un perfil en forma de "U", el cual permite tener una mayor área para distribuir el esfuerzo. En la figura 2 se puede observar la forma del perfil stringer, en el que los valores de a (14 mm) y el espesor (1 mm) se hallaron de forma iterativa al observar distintos problemas con el área requerida para el perfil, el área total del mismo y el diámetro del remache que une la piel y el perfil mamparo con el stringer. La cantidad de stringer's también se seleccionó teniendo en cuenta los anteriores parámetros, y reduciendo, en lo más que se pudiera, el número de los mismos para disminuir el peso de la estructura en su configuración final [1].

El área del perfil stringer (F_{str}) estará dada por la sumatoria de las áreas que componen la figura del mismo, mediante la ecuación que se muestra a continuación [2].

$$F_{str} = 5ta + 2th \quad (1)$$

Donde t es el espesor del stringer, a es una medida de diseño y h es la altura de las aletas de punta. Sin embargo, el área total del stringer ($F_{str\ bm}$) estará dada por la sumatoria entre el área del stringer y el área de la piel ($F_{skn\ bm}$), que a su vez estará relacionada con la distancia entre líneas media de dos stringer (b) y separación entre los puntos intermedios de dos stringer (b_m).

$$F_{str\ bm} = F_{str} + F_{skn\ bm} \quad (2)$$

$$F_{skn\ bm} = tbm \quad (3)$$

$$b_m = \frac{1}{3} b \quad (4)$$

$$b = \frac{s_{tr}}{v_n} \quad (5)$$

Donde v es la periferia del motor cohete y es la cantidad de stringers que componen la estructura [2].

Para el cálculo del área requerida por el stringer (F_{req}) se necesita tener en cuenta el factor de seguridad (Ju) con el cual se realiza los cálculos y la fuerza máxima de empuje que soportara la estructura (p), los cuales corresponden a 2 y 552023,1495 N, respectivamente [1]. Un factor importante que influye en esta área es el valor de la falla local al límite elástico (σ_{cripp}), el cual está relacionado con el valor de la falla local al límite elástico con una elongación del 0.2 % ($\sigma_{0.2}$), que depende del material seleccionado.

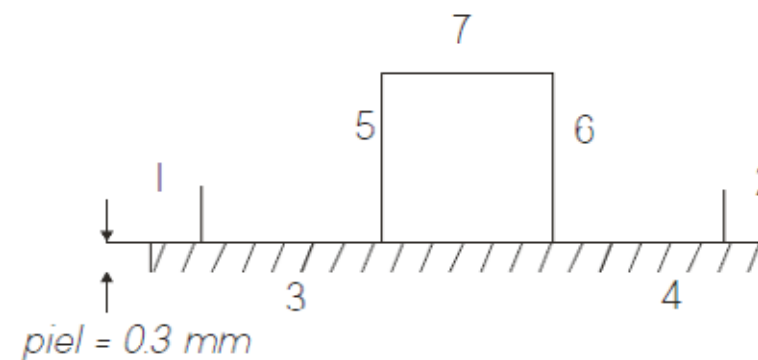


Figura 4. Distribución de los stringer con piel para el cálculo del momento de inercia [4].



Figura 5. Stringer [1].

Para el proyecto se determinó que el material a utilizar es el aluminio AL2024-T3, que cuenta con un $\sigma_{0.2} = 280 \text{ N/mm}^2$ [3].

$$F_{req} = \frac{(P_{str}) (Ju)}{\sigma_{cripp}} = \frac{p \cdot (Ju)}{\sigma_{cripp}} \quad (6)$$

$$\sigma_{cripp} = 0.92, \dots, 0.94 \cdot \sigma_{0.2} \quad (7)$$

Donde n_{str} es la cantidad de stringer's de la estructura y P_{str} es la fuerza ejercida sobre estos. Obtenidos los dos valores estos. Obtenidos los dos valores de las áreas total y requerida por el stringer, se compara, puesto que se debe cumplir con la condición de:

$$F_{strbn} > F_{req} \quad (8)$$

Si esto no se cumple, se debe iterar los valores de a y del espesor hasta que se cumpla dicha condición [3].

Una vez se tenga el valor del área total que cumpla con la condición, se procede a calcular el momento de inercia del perfil. Para calcular el momento total de inercia (J_{stre}) se toma el centroide del área stringer respecto a un eje neutro; el momento de inercia permite obtener una indicación de la rigidez de la pieza, es decir, la resistencia que pone está a flexionarse bajo cargas [3]. La forma escogida para los stringer fue de "U", conectando figuras simples, como rectángulos, entre sí. Así, el momento de inercia total será la sumatoria del momento para cada uno de sus componentes geométricos. El stringer se ha divi-

dido en siete rectángulos para facilitar su cálculo [4].

Para calcular el momento total de inercia se necesitan el área de cada sección del stringer (A_i), la distancia del centroide hasta el eje neutro (z_i), el momento de inercia de cada una de las figuras que componen el perfil stringer (J_{yi}), la distancia desde el eje hasta el centro de gravedad de todo el stringer (Z_s) y el momento de inercia respecto al perfil (\bar{Y}) [3].

$$J_{str} = \bar{Y} - (\Sigma A) (Z_s^2) \quad (9)$$

$$\bar{Y} = \Sigma J_{yi} + \Sigma A Z_i^2 \quad (10)$$

$$Z_s = \frac{\Sigma A_i z_i}{\Sigma A_i} \quad (11)$$

$$J_{yi} = \frac{bh^3}{12} \quad (12)$$

Posteriormente se calcula el diámetro del remache (t_{rem}) que une la piel y el mamparo con el stringer mediante una fórmula empírica, en la que las unidades de la ecuación no coinciden con las unidades de medida, puesto que estas son tomadas por el autor como una aproximación; este dependerá de la fuerza de corte (Q) generada por el empuje máximo que debe soportar la estructura, el espesor del stringer (t) y el momento de inercia total del perfil J_{str} . [3]

$$Q = P_{str} Ju = \frac{P}{n_{str}} Ju \quad (13)$$

$$t_{rem} = \frac{t}{J_{str}} Q \quad (14)$$

Este diámetro debe ser menor al valor de a (ver Figura 2), puesto que el remache debe quedar dentro de las áreas horizontales para poder sujetar el stringer sin causar daño a este; de no ser así, se debe volver a iterar aumentando los valores de a hasta obtener una medida del diámetro de remache cercano a 1/3 o 1/2 del valor de a .

MAMPAROS

Los mamparos son los encargados de dar la forma cilíndrica a la estructura y de unir esta con los motores cohete que llevan en su interior; los mamparos reducen la deformación de los *stringer's* en forma de ondulado. Los valores *b* y *c* de la figura 6 se determinaron de forma iterativa al realizar los diferentes cálculos; al no cumplirse con ciertos requisitos, se cambiaron las medidas hasta que *b* equivaliera a 8 mm y *c* a 16 mm [4].

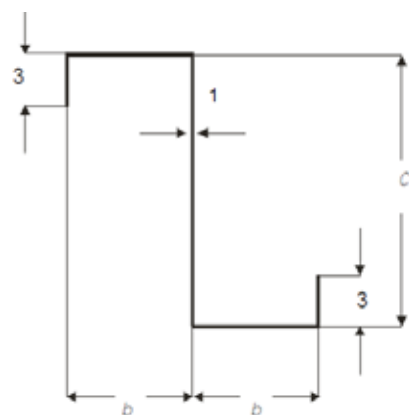


Figura 6. Perfil mamparo [4].

Al igual que con el *stringer*, se calcula el momento de inercia del perfil mamparo con la ecuación:

$$J_{mamp\ total} = \sum \frac{bh^3}{12} + (\sum A)(y^2) \quad (15)$$

Donde *y* corresponden a cada uno de los lados de los 5 rectángulos que forman la forma del perfil mamparo, mientras que *y* representan el área y la distancia de los centroides al eje neutro que atraviesa horizontalmente el perfil, partiéndolo en dos partes iguales de cada una de las figuras, respectivamente [3].

El espesor distribuido del mamparo con la piel (*S_x*) representa el espesor que debe tener el mamparo unido a la piel entre dos *stringer* y se relaciona directamente con el espesor del mamparo (*S*).

$$S_x = S + \frac{F_{strbm}}{b} \quad (16)$$

El mamparo debe soportar el esfuerzo generado tanto por factores propios del cohete, como por factores ajenos a este. En la gráfica de Johnson [3] se puede

obtener un valor óptimo de esfuerzo de compresión crítica (σ_{crpp2}) para cada mamparo.

Con esta gráfica se puede establecer el esfuerzo crítico al que va a someter el amparo y a qué punto se generaría una falla.

Para encontrar dichos valores es necesario conocer el valor de falla contra quiebre (λ), el radio de inercia del perfil mamparo (*i*) y el esfuerzo de compresión ($\frac{\sigma_{crpp}}{E}$).

$$\lambda = \frac{l}{i} \quad (17)$$

$$i = \sqrt{\frac{J_{str}}{F_{strbm}}} \quad (18)$$

$$\lambda' = \frac{\lambda}{\sqrt{C}} \quad (19)$$

$$\sigma_{crpp2} = 0,8 \times 10^{-3} \epsilon \quad (20)$$

$$n_{crpp} = \sigma_{crpp2} S_x \quad (21)$$

$$\frac{\sigma_{crpp}}{E} \quad (22)$$

Donde *C* tendrá valores de 4 o 2, tomándose el valor de 4 para una consideración pesimista acerca del diseño, mientras que *l* es la longitud de cada sección de la estructura, es decir, la distancia entre dos mamparos. El valor de σ_{crpp2} se halla al ingresar con el valor del esfuerzo de compresión a través de las curvas de la figura 7, hasta hallar el valor de λ' (línea continua) y salir en línea recta hacia la izquierda (línea punteada) [3].

El momento de inercia requerido para el perfil mamparo estará definido por:

$$J_x = \frac{n_{crpp} J_{str}}{v} \quad (24)$$

Donde *R* representa el radio del mamparo y es el módulo de elasticidad propio del material. Al igual que en el *stringer*, el momento de inercia total debe ser mayor que el momento requerido por lo menos el doble.

Se debe calcular también la cantidad de flexión de la estructura en sentido longitudinal antes de generar una falla (*J_x*), con este valor y el valor de Thieleman (*Y*) se puede saber si la estructura necesitara refuerzos y en que forma se deben colocar.

$$J_x = \frac{n_{crpp} J_{str}}{v} \quad (24)$$

$$Y = \frac{J_x F_{mamp}}{J_{mamp\ total} S_x} \quad (25)$$

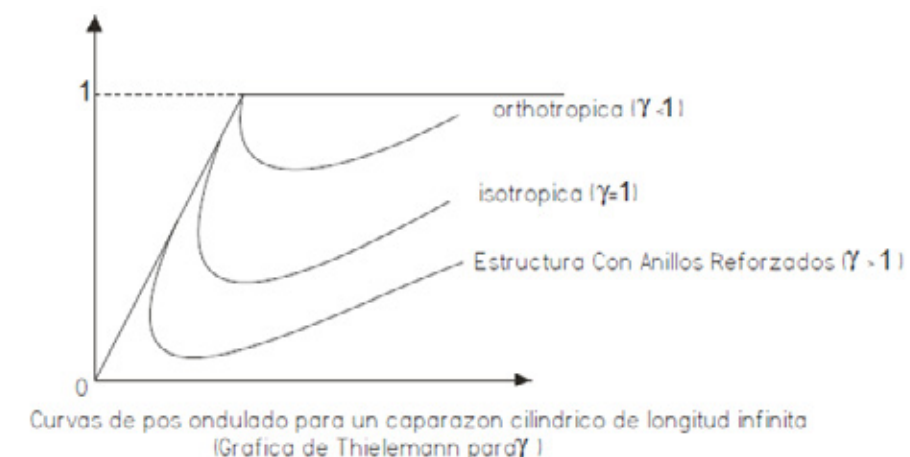


Figura 8. Curvas de post-ondulado [2].

La Figura 8 determina, según Thieleman, como debe ser reforzada la estructura, dependiendo del valor desarrollado por el mismo autor (*Y*); si se determina que la estructura es orthotropica, la estructura debe ser reforzada con *stringers* y mamparos; si es isotrópica, no debe ser reforzada [2].

Igualmente, se calculó la carga de ondulación crítica en láminas planas (σ_{KRB}) y la carga de ondulación crítica en láminas curvas (σ_{KRR}) y la tensión de ondulado (σ_{KRBR}) [3].

$$\sigma_{KRB} \cong 3,64 \epsilon \left(\frac{t}{b}\right)^2 \quad (26)$$

$$\sigma_{KRR} \cong 3,92 \epsilon \left(\frac{t}{R}\right)^{1,54} \quad (27)$$

$$\sigma_{KRBR} \cong \sigma_{KRB} + \sigma_{KRR} \quad (28)$$

Esto con el fin de saber a qué cargas se someterán las distintas láminas que componen cada uno de los componentes de la estructura (*stringer's*, mamparos y piel)

y la carga total si se llegara a ondular dichas láminas.



Figura 9. Mamparo [1].

Finalmente, se desarrolla la estructura, la cual estará compuesta por 45 *stringer* y 19 mamparos, con una longitud total de aproximadamente 18 metros y un diámetro máximo de 2.07 metros, obteniéndose la disposición final mostrada en la figura 1.

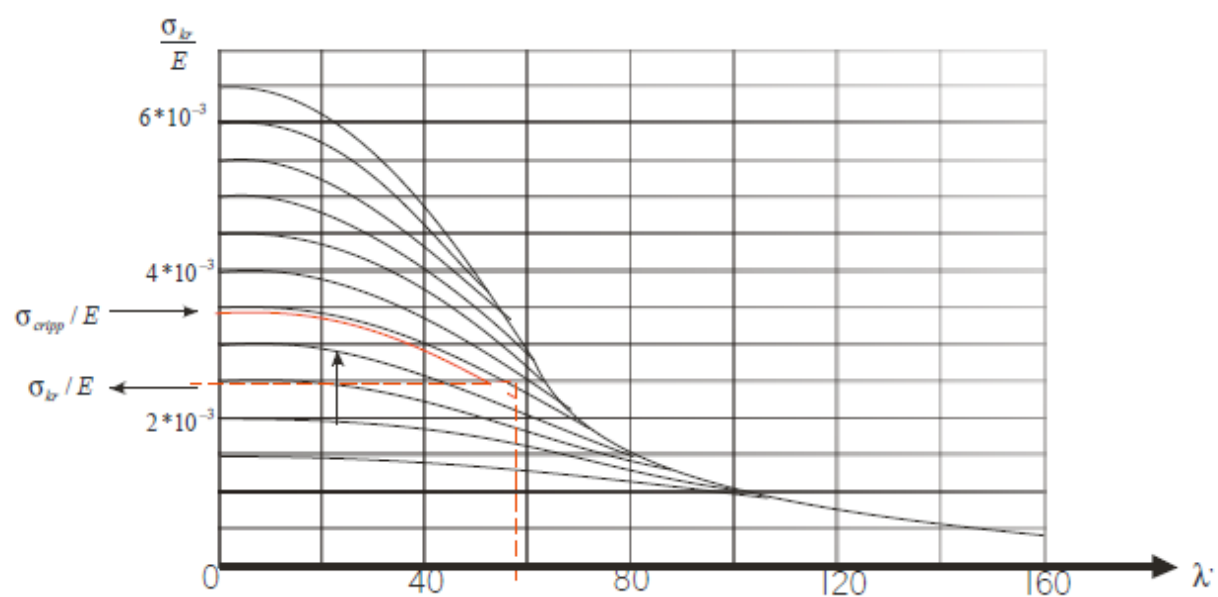


Figura 7. Valor óptimo de esfuerzo de compresión crítica. Fuente: Johnson [3].

RESULTADOS

El diseño contemplado en el presente artículo es un diseño conceptual y preliminar, y aunque el modelo utilizado para el cálculo de la estructura es un modelo estático, se parte desde el empuje máximo generado por el primer motor cohete, el cual es uno de los parámetros dinámicos más relevantes para realizar el cálculo correspondiente de los diferentes componentes. Durante la realización de los cálculos se optó por usar un factor de seguridad de 2, con lo cual las condiciones de fatiga del material puede despreciarse. Sin embargo, para un diseño detallado se debe optar por usar un modelo dinámico, en el que las condiciones de fatiga y vibración no pueden ser despreciadas.

Tras el desarrollo del proyecto se obtuvieron los resultados que se muestran en las tablas 1 y 2, que son los de mayor interés para la investigación realizada.

TABLA 1.

Resultados stringer

PARÁMETRO	VALOR
F_{strbm}	120.21 mm ²
F_{reg}	93.21 mm ²
J_{str}	2458.13 mm ⁴
Q	2453.36 N
T_{rem}	9.98 mm

Con estos resultados se puede decir que la estructura está debidamente diseñada para soportar y proteger el sistema de propulsión y carga paga del cohete; igualmente, las áreas calculadas son mayores que las requeridas y los esfuerzos que en esta actuarán son poco considerables con respecto a los que generarían una falla en la estructura.

Se espera que este proyecto sirva como aporte al desarrollo de futuras investigaciones y a una posible construcción de este vehículo para fines de interés nacional. El desarrollo del mismo se hizo como continuación de la tesis de maestría desarrollada por Jhonathan Murcia P. (MSC en CIENCIAS-Astronomía), "Estudio de la trayectoria de un cohete de tres etapas lanzado desde el territorio Colombiano", con el cual se comparó, obteniéndose buenos resultados para un futuro diseño detallado.

TABLA 2.

Resultados mamparos

PARÁMETRO	VALOR
$J_{mamp\ total}$	1500.66 mm ⁴
$J_{mampreq}$	975.61 mm ⁴
σ_{crpp2}	60.16 N/mm ²
n_{crpp}	114.66 N/mm
Jx	18.53 mm ³
σ_{KRB}	1.40 N/mm ²
σ_{KRR}	0.02 N/mm ²
σ_{KRBR}	1.42 N/mm ²

RECOMENDACIONES

El peso es uno de los factores más críticos en el diseño de vehículos espaciales, es por ello que se debe elegir materiales muy ligeros y fáciles de obtener cuando se diseña la estructura de esos, ya que esta deberá soportar todos los posibles acontecimientos relacionados con la resistencia de materiales y que pueden ser generados por factores propios del vehículo o externos.

Todas las medidas y materiales deben ser calculados y escogidos para ser resistentes, disminuir peso y, si es posible, recursos económicos, pues un mal cálculo puede significar no solamente pérdidas millonarias, también de vidas y catástrofes no deseadas.



REFERENCIAS

- Ospina D., y Roldan, L.C. (2013). Diseño conceptual y preliminar de un cohete de tres etapas de propelente sólido para transportar una carga útil de 200 kg a una órbita baja de la tierra, *proyecto de grado, Ingeniería Aeronáutica*, Fundación Universitaria Los Libertadores, Bogotá D. C., Colombia.
- Huba, O. (1999). *Manuscrito de cátedra parte 2*, Universidad de Aachen Instituto de Construcción Liviana.
- Gravenhorst, (2017). *Manuscrito de cátedra sistemas de transporte espacial y propulsión espacial*, Bogotá D. C., Colombia.
- Calderón O., y Murcia, J. (2009) Diseño conceptual y preliminar de un vehículo que transporta carga útil de una tonelada desde la superficie de la tierra a órbitas bajas, *tesis de grado en Ingeniería Aeronáutica*, Fundación Universitaria Los Libertadores, Bogotá D. C., Colombia.
- Murcia, J.P., (2009) Estudio de la trayectoria de un cohete de tres etapas lanzado desde el territorio Colombiano" [*tesis de maestría*], Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D. C., Colombia.

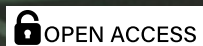
Technology and Innovation

Abdon Estibenson Uribe
Taborda.
Fuerza Aérea Colombiana

M.Sc. Leonardo De Jesús
Mesa Palacio
Universidad Tecnológica de Pereira

Ing. Diego Alexander Muñoz Morales
Politécnico Colombiano
"Jaime Isaza Cadavid"

Technology Surveillance Report on Missile Transport and Handling Equipment*



CIENCIA Y PODER AÉREO

ISSN 1909-7050 / E-ISSN 2389-2468 / Volumen 14 (1)
Enero-Junio de 2019/ Colombia/ Pp. 180-203

Citación: Uribe, A., Mesa, L., Muñoz, D., (2019). Informe de Vigilancia Tecnológica en Equipos de Manipulación y Transporte de Misiles. *Ciencia y Poder Aéreo*, 14 (1), 180-203. Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.628>

Abdón Estibenson Uribe Taborda

Oficial Fuerza Aérea Colombiana, Comandante Escuadrón Armamento Aéreo CACOM-5. Ingeniero Electrónico, Especialista en Sistemas de Información Geográfica SIG, Especialista en Gestión de la Innovación Tecnológica. Candidato a Magister en Seguridad Operacional. Investigador Principal Proyecto Colciencias 56743. uribe027@hotmail.com
CvLAC: https://scienti.colciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh

Leonardo de Jesús Mesa Palacio

Ingeniero Mecánico y Magister en Sistemas Automáticos de Producción de la Universidad Tecnológica de Pereira. Coautor del artículo.
leomesa@gmail.com
CvLAC: https://scienti.colciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000350494

Diego Alexander Muñoz Morales

Ingeniero de productividad y calidad, con experiencia en sistemas integrados de gestión y estrategia, he participado en la formulación – ejecución de diferentes proyectos de innovación que promueven el fortalecimiento de la industria aeronáutica en el país. Experiencia en aplicación de herramientas para la gestión de la producción, tales como: Métodos y tiempos, smed, TPM, Lean Manufacturing, Six sigma, entre otros. Coautor del artículo.
juandaniego@gmail.com
CvLAC: https://scienti.colciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000107106

Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.628>

* Article of Research, taken from the research project: "Development of Electromechanical System for the Missile Transport and Installation Process of the AH60L Harpy IV BLACK HAWK Equipment", registered in Colciencias under project code: 56743. Attached to the Research Group COL0159366 - Aerospace Technology Development Center for Defense - CETAD, by its Spanish acronym. Colombian Air Force.

ABSTRACT

This article details a systematic and organized search in the cloud through different databases worldwide, with the purpose of identifying existing technologies concerning transport processes and installation of weapons in military and defense aircrafts, as well as major suppliers or manufacturers of these technologies. It is mentioned a compilation of images and designs of these systems

that describe technical specifications such as weight, load capacity, speed, specific functions, type of mechanism, type of aircraft for which it is designed, among others. At the end of the document, a series of conclusions are presented regarding the search carried out, highlighting which are the leading manufacturers of transport systems and installation of ammunition, as well

as the countries that generate the greatest number of patents in this regard, what is the purpose of the leading manufacturers when designing ground support equipment; information that will serve as the basis for designing a ground support system that meets the specific needs of the Colombian Air Force, specifically for the AH60L fleet.

KEY WORDS:

Missile, Ammunition, Weapon, Rocket, Aircraft, Aerial Missile, Aerial Stores, Transport, Transporter, Vehicle, Conveyor, Tractor, Trailer, Lift Truck, Truck Handling, Manipulation Loading, Loader, Hoist Equipment.

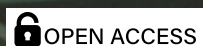
Tecnología e Inovação

Abdon Estibenson Uribe
Taborda.
Fuerza Aérea Colombiana

M.Sc. Leonardo De Jesús
Mesa Palacio
Universidad Tecnológica de Pereira

Ing. Diego Alexander Muñoz Morales
Politécnico Colombiano
"Jaime Isaza Cadavid"

Relatório de vigilância tecnológica sobre o manuseamento e o transporte de mísseis*



CIENCIA Y PODER AÉREO

ISSN 1909-7050 / E-ISSN 2389-2468 / Volumen 14 (1)
Enero-Junio de 2019/ Colombia/ Pp. 180-203

Citación: Uribe, A., Mesa, L., Muñoz, D., (2019). Informe de Vigilancia Tecnológica en Equipos de Manipulación y Transporte de Mísiles. *Ciencia y Poder Aéreo*, 14 (1), 180-203. Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.628>

Abdón Estibenson Uribe Taborda

Oficial Fuerza Aérea Colombiana, Comandante Escuadrón Armamento Aéreo CACOM-5. Ingeniero Electrónico, Especialista en Sistemas de Información Geográfica SIG, Especialista en Gestión de la Innovación Tecnológica. Candidato a Magister en Seguridad Operacional. Investigador Principal Proyecto Colciencias 56743. uribe027@hotmail.com
CvLAC: https://scienti.colciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh

Leonardo de Jesús Mesa Palacio

Ingeniero Mecánico y Magister en Sistemas Automáticos de Producción de la Universidad Tecnológica de Pereira. Coautor del artículo. leomesa@gmail.com
CvLAC: https://scienti.colciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000350494

Diego Alexander Muñoz Morales

Ingeniero de productividad y calidad, con experiencia en sistemas integrados de gestión y estrategia, he participado en la formulación – ejecución de diferentes proyectos de innovación que promueven el fortalecimiento de la industria aeronáutica en el país. Experiencia en aplicación de herramientas para la gestión de la producción, tales como: Métodos y tiempos, smed, TPM, Lean Manufacturing, Six sigma, entre otros. Coautor del artículo. juandaniego@gmail.com
CvLAC: https://scienti.colciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000107106

Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.628>

* Artículo de pesquisa, derivado do projeto de investigação: "Desenvolvimento do Sistema Eletromecânico para o Processo de Instalação e Transporte do Míssil do Equipamento AH60L Harpy IV BLAK HAWK", registrado em Colciencias sob o código do projeto: 56743. Designado para o Grupo de Pesquisa COL0159366 - Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Aeroespacial de Defesa - CETAD. Força Aérea Colombiana.

RESUMO

Este artigo detalha uma pesquisa sistemática e organizada na nuvem através de diferentes bancos de dados em todo o mundo, com o design da inteligência, tecnologias existentes em relação aos processos de transporte e instalação de armas nas atividades do setor militar e de defesa, bem como dos principais fornecedores ou fabricantes dessas tecnologias. Foi fixado em uma compilação de

imagens e desenhos de símbolos que admite especificações técnicas como peso, capacidade de carga, velocidade, funções específicas, tipo de mecanismo, tipo de aeronave para a qual foi projetado, entre outros. No final do documento, são apresentadas uma série de conclusões sobre a busca realizada, destacando que eles são os principais fabricantes de sistemas de transporte e ins-

talação de munição, bem como os países que têm o maior número de gerações nesse sentido. Qual é o objetivo dos principais fabricantes ao projetar equipamentos de apoio no solo, informações que servirão de base para o projeto de um sistema de apoio em terra que atenda às necessidades específicas da Força Aérea da Colômbia, especificamente para a frota AH60L.

PALAVRAS-CHAVE:

Míssil, Munição, Arma, Foguete, Aeronave, Míssil Aéreo, Lojas Aéreas, Transporte, Transportador, Veículo, Trator, Reboque, Empilhadeira, Manipulação de Caminhão, Manipulação de Carga, Carregador, Equipamento de Talha.

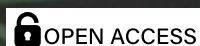
Sección Tecnología e Innovación

Abdon Estibenson Uribe
Taborda.
Fuerza Aérea Colombiana

M.Sc. Leonardo De Jesús
Mesa Palacio
Universidad Tecnológica de Pereira

Ing. Diego Alexander Muñoz Morales
Politécnico Colombiano
"Jaime Isaza Cadavid"

Informe de vigilancia tecnológica en equipos de manipulación y transporte de misiles*



CIENCIA Y PODER AÉREO

ISSN 1909-7050 / E-ISSN 2389-2468 / Volumen 14 (1)
Enero-Junio de 2019/ Colombia/ Pp. 180-203

Citación: Uribe, A., Mesa, L., Muñoz, D., (2019). Informe de Vigilancia Tecnológica en Equipos de Manipulación y Transporte de Misiles. *Ciencia y Poder Aéreo*, 14 (1), 180-203. Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.628>

Abdón Estibenson Uribe Taborda

Oficial Fuerza Aérea Colombiana, Comandante Escuadrón Armamento Aéreo CACOM-5. Ingeniero Electrónico, Especialista en Sistemas de Información Geográfica SIG, Especialista en Gestión de la Innovación Tecnológica. Candidato a Magister en Seguridad Operacional. Investigador Principal Proyecto Colciencias 56743. uribe027@hotmail.com
CvLAC: https://scienti.colciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh

Leonardo de Jesús Mesa Palacio

Ingeniero Mecánico y Magister en Sistemas Automáticos de Producción de la Universidad Tecnológica de Pereira. Coautor del artículo.
leomesa@gmail.com
CvLAC: https://scienti.colciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000350494

Diego Alexander Muñoz Morales

Ingeniero de productividad y calidad, con experiencia en sistemas integrados de gestión y estrategia, he participado en la formulación – ejecución de diferentes proyectos de innovación que promueven el fortalecimiento de la industria aeronáutica en el país. Experiencia en aplicación de herramientas para la gestión de la producción, tales como: Métodos y tiempos, smed, TPM, Lean Manufacturing, Six sigma, entre otros. Coautor del artículo.
juandaniego@gmail.com
CvLAC: https://scienti.colciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000107106

Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.628>

* Artículo de investigación, derivado del proyecto de investigación: "Desarrollo de Sistema Electromecánico para el Proceso de Instalación y Transporte de los Misiles del Equipo AH60L Arpia IV BLAK HAWK", registrado en Colciencias bajo el código de proyecto: 56743. Adscrito al Grupo de Investigación COL0159366 - Centro de Desarrollo Tecnológico Aeroespacial para la Defensa - CETAD. Fuerza Aérea Colombiana.

RESUMEN

Este artículo detalla una búsqueda sistemática y organizada en la nube a través de diferentes bases de datos a nivel mundial, con el propósito de identificar tecnologías existentes con relación a procesos de transporte e instalación de armamento en aeronaves del sector militar y de defensa, así como los principales proveedores o fabricantes de dichas tecnologías. Se cita un compilado de patentes e imágenes

de dichos sistemas que describen especificaciones técnicas tales como: peso, capacidad de carga, velocidad, funciones específicas, tipo de mecanismo, tipo de aeronave para la que fue diseñado, entre otros. Al final del documento se plantean una serie de conclusiones respecto a la búsqueda realizada, resaltando cuáles son los principales fabricantes de sistemas de transporte e instalación de munición,

así como los países que mayor número de patentes generan al respecto, cual es el propósito de los principales fabricantes al diseñar equipo de soporte terrestre; información que servirá de base para diseñar un sistema de soporte terrestre que se acople a las necesidades puntuales de la Fuerza Aérea Colombiana, específicamente para la flota del AH60L.

PALABRAS CLAVE:

misil, munición, arma, cohete, aeronave, misil aéreo, almacenes aéreos, transporte, transportador, vehículo, tractor, remolque, carretilla elevadora, manejo de camiones, carga de manipulación, cargador, equipo de elevación.



Los textos publicados en esta revista están sujetos –si no se indica lo contrario– a una licencia de Reconocimiento 4.0 Internacional de Creative Commons. La licencia completa se puede consultar en https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es_ES.

Aprobado evaluador interno: 15/08/2019
Aprobado evaluadores externos: 27/08/2019

INTRODUCCIÓN.

Los vehículos de transporte permiten movilizar diferentes materiales desde el punto de fábrica, o desde otros sitios posicionales, hasta donde se utilizan a tal punto que logran apoyar una amplia gama de sistematizaciones militares. De hecho, la munición es uno de los materiales más críticos para transportar dadas unas características muy particulares que pueden, en muchos casos, ser causante de dificultades como, por ejemplo: la forma irregular, el alto peso y explosividad.

De ahí que se hayan desarrollado diversos equipos de manipulación de municiones para cargar y descargar las mismas y/o cargas útiles dentro y fuera de las aeronaves. Dichos sistemas proporcionan convencionalmente un sistema (remolque, semirremolque, otros) que se remolca detrás de un camión o tractor. De este modo, tras colocar la munición sobre este sistema, el camión o tractor arrastra este hacia la aeronave donde se colocará debajo de su ubicación final en la aeronave. Así la munición podrá elevarse a una posición adecuada para fijarla en la aeronave.

Es importante comprender que las aeronaves militares requieren de vehículos de transporte para reemplazar elementos como bombas, cohetes y tanques de combustible que han sido expulsados en una misión anterior. Por lo general, las bombas y los cohetes se transportan de forma externa y se sostienen de tal forma que se puedan liberar mediante pilones apropiados, los cuales están debajo de las alas de la aeronave.

Si bien, los artículos pequeños de artillería se pueden ensamblar manualmente, la unión de objetos pesados, como bombas (que pesan cientos de kilogramos) requiere el uso de un cargador mecánico. Para este propósito, se han desarrollado vehículos que tienen un frente largo y bajo para permitir el acceso por la parte inferior de la aeronave donde un brazo hidráulico, ubicado entre las ruedas delanteras de dicho vehículo, cumple un papel de sujetar y levantar la munición hasta la posición adecuada que permite su unión a la aeronave. Por ende, el vehículo cargador puede usarse para recoger, transportar y subir más artículos. Tal vehículo suele denominarse *cargador de bombas* o simplemente *vehículo*.

Cierto es que los vehículos cargadores de bombas están en servicio en muchos países, y el desarrollo de nuevas tecnologías que mejoren su funcionamiento tiene tres características clave:

- Ejecución rápida de su tarea cuando la aeronave que se va a cargar requiere llevar a cabo varias misiones sucesivas en un marco de tiempo ajustado.
- Cumplimiento de los más altos estándares de seguridad posibles, debido a la naturaleza de las cargas manipuladas.
- Capacidad de maniobrar en áreas de espacio restringido por que a menudo requiere movilizarse por distintos lugares tales como los hangares de aviones donde la aeronave y el equipo

de mantenimiento dejan poco espacio libre.

Hecha esta contextualización, el presente informe de vigilancia tecnológica hace una revisión del desarrollo de tecnologías para la manipulación y transporte de municiones.

De acuerdo con Cassidy, Koury & Pin [1], la mayoría de las operaciones de manejo de municiones involucran el uso de la Carretilla elevadora MI-1A / B Aerial Stores, conocida como *jammer*. Este es un equipo estándar de la Fuerza Aérea que se ha empleado para cargar municiones, tanques de combustible y armas especiales con un peso de hasta 3000 lbs.

Allí los procedimientos generales para cargar armas en un avión varían de acuerdo con el tipo de munición y de transporte, es decir, avión. A su vez, tales procedimientos se pueden dividir en cuatro pasos básicos: uno, transporte; dos, integrado; tres, instalación y, cuarto, conexión final. Cabe resaltar que si bien los detalles de cada paso son distintos para cada arma, los procedimientos generales no cambian.

I. ANÁLISIS DE TENDENCIAS TECNOLÓGICAS

A Estrategia de Búsqueda

Las patentes constituyen una amplia fuente de información de los desarrollos existentes de una tecnología. La información contenida allí es útil para encontrar características de tecnología procedente de todo el mundo y del entorno más cercano.

Por consiguiente, la estrategia de búsqueda partió del diseño de una ecuación de búsqueda (Ecuación 1) que de forma amplia incluyera los términos clave relacionados con equipos para transportar, manipular e instalar misiles en aeronaves. Lo anterior se ilustra en la Tabla 1.

Ecuación 1: Ecuación de Búsqueda

EN_DE: ((Aircraft OR "Aerial missile" OR "Aerial stores") NEAR/5 (Missile OR Munition OR Ammunition OR Weapon OR Rocket) NEAR/5 (Transport OR Transporter OR Vehicle OR Conveyor OR Tractor OR Trailer OR "Lift truck" OR Truck OR Handling OR Manipulation OR Loading OR Loader OR Hoist))

TABLA 1.

Temas y palabras clave relacionadas con el factor crítico a vigilar

FACTOR CRÍTICO A VIGILAR: Equipo para transportar, manipular e instalar misiles en aeronaves	
Temas relacionados	Términos clave (Inglés)
Armamento aero inteligente	Missile - Munition - Ammunition - Weapon Rocket - Aircraft - Aerial missile - Aerial stores
Equipos de transporte y manipulación de municiones	Transport - Transporter - Vehicle - Conveyor Tractor - Trailer - Lift truck - Truck Handling - Manipulation - Loading - Loader - Hoist Equipment

Así pues, la búsqueda se llevó a cabo en PatentScope, la base de datos especializada en patentes de la Organización Mundial de Propiedad Intelectual (WIPO). Esta indagación fue complementada

con información libre relacionada con las empresas líderes en el desarrollo de las tecnologías mencionadas. Y en efecto, entre los resultados se hizo énfasis en: análisis de tendencia anual de publicación de patentes, líderes (países y empresas) en desarrollo de estas tecnologías y principales líneas de desarrollo (representados en los códigos IPC). Mediante esta estrategia de búsqueda fue posible realizar un análisis general de tendencias e identificar manualmente las patentes que, por su contenido técnico, se asociaron a tecnologías con equipos para transportar, manipular e instalar misiles en aeronaves.

B. Análisis de Tendencias

Por un lado, la tendencia de publicación de patentes relacionadas con la fabricación de equipos para el transporte de municiones se analizó según los resultados arrojados en la base de datos PatentScope. Para ello, se utilizó la ecuación de búsqueda enunciada.

Por otro, la tendencia anual en la publicación de patentes (Figura 1) muestra un número aproximadamente constante de patentes en años anteriores al 2013, y una tendencia creciente de 2013 a 2016.

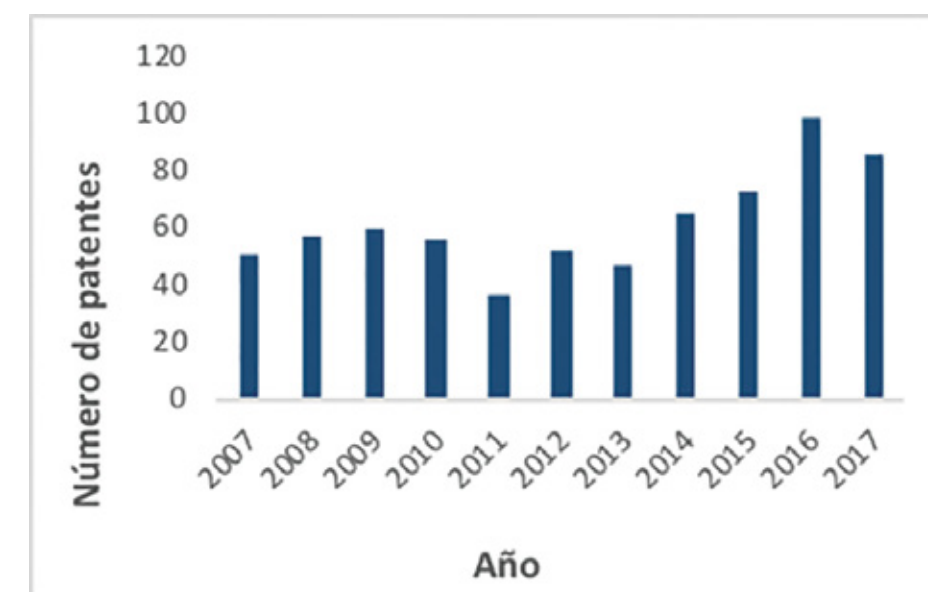


Figura 1. Tendencia anual en la publicación de patentes relacionadas con la fabricación de equipos para el transporte de municiones, entre 2007 y 2017.

Acto seguido, la Figura 2 presenta los países en los que se han hecho efectivas el mayor número de patentes relacionadas con el tema de análisis. En ello sobresalen: Estados Unidos (901 patentes), Reino Unido (229 patentes), los países contenidos en el tratado internacional

liderado por la Organización Mundial de Propiedad Intelectual, OMPI (211 patentes), la Oficina Europea (137 patentes) y Canadá (107 patentes).

Por consiguiente, la Figura 3 muestra las áreas de desarrollo tecnológico (según código Internacional

Patent Classification o IPC por sus siglas en inglés) más destacadas en las patentes relacionadas con la fabricación de equipos para el transporte de municiones. De ahí que las Tablas 2 y 3 describan los códigos IPC que se encontraron destacados.

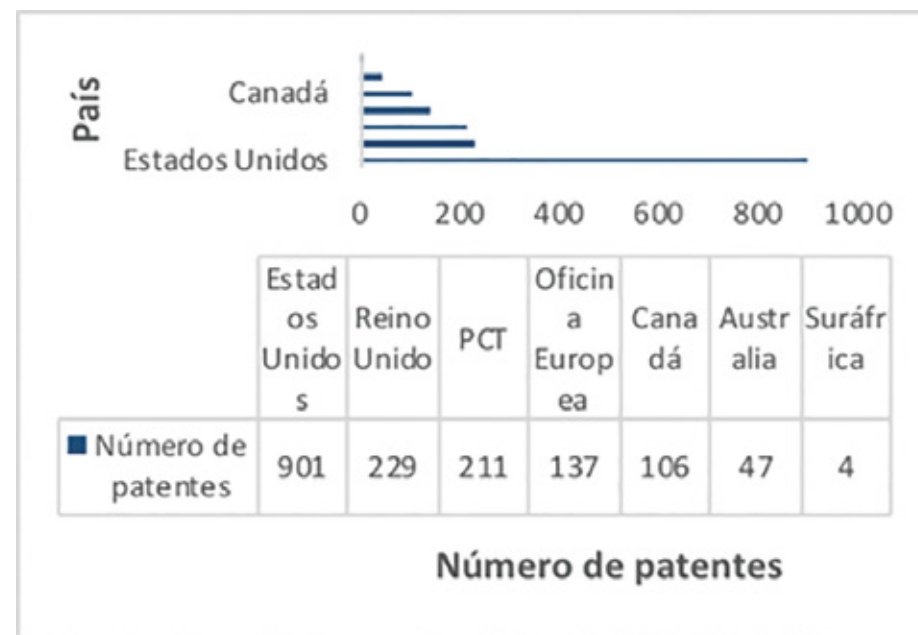


Figura 2. Principales países/regiones de publicación de patentes relacionadas con la fabricación de equipos para el transporte de municiones.

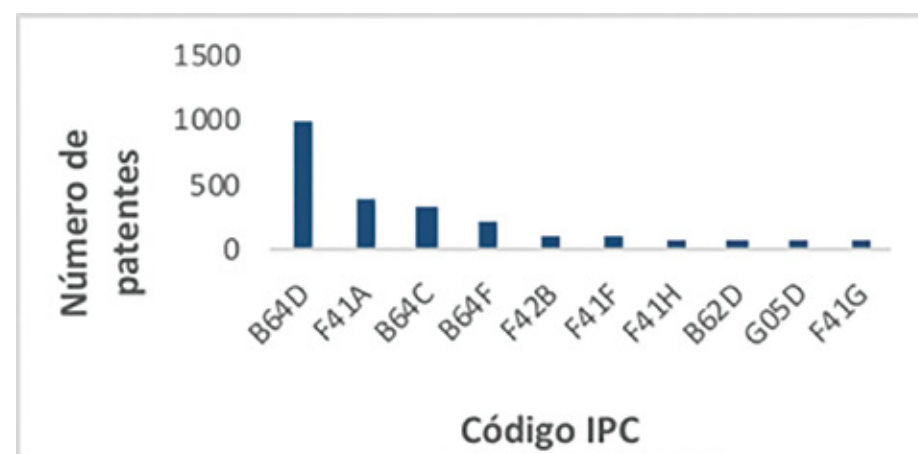


Figura 3. Áreas destacadas en las patentes relacionadas con la fabricación de equipos para el transporte de municiones, según los códigos IPC.

TABLA 2.

Códigos IPC relevantes en la fabricación de equipos para el transporte de municiones

Código IPC	Descripción
B60K	Disposiciones o montaje de conjuntos de propulsión o de transmisiones sobre vehículos.
B60P	Vehículos adaptados al transporte de cargas o para transportar, llevar o contener cargas u objetos particulares.
B62D	Vehículos de motor; remolques.
B64D	Equipo para montar en o para aeronaves; trajes de vuelo; paracaídas; arreglos o montaje de centrales eléctricas o transmisiones de propulsión en aeronaves.
B64F	Instalaciones en tierra o cubiertas portadoras de aeronaves especialmente adaptadas para su uso en conexión con aeronaves; diseño, fabricación montaje, limpieza, mantenimiento o reparación de aeronaves, no proporcionado de otro modo; manipulación, transporte, prueba o inspección de componentes de la aeronave, no proporcionados de otro modo.
B65D	Contenedores para almacenamiento o transporte de artículos o materiales, como bolsas, barriles, botellas, cajas, latas, cartones, cubiertas, tambores, tarros, tanques, tolvas, envío de contenedores; accesorios, cierres o accesorios para ellos; elementos de embalaje; paquetes.
B66C	Grúas; elementos de carga o dispositivos para grúas, cabrestantes o aparejos.

TABLA 3.

Otros Códigos IPC asociados a las patentes de fabricación de equipos para el transporte de municiones

Código IPC	Descripción
B64C	Aeroplanos/helicópteros
B65D	Contenedores para almacenamiento o transporte de artículos o materiales, como bolsas, barriles, botellas, cajas, latas, cartones, cubiertas, tambores, tarros, tanques, tolvas, envío de contenedores; accesorios, cierres o accesorios para ellos; elementos de embalaje; paquetes.
B66F	Dispositivos cuya fuerza de levantamiento o empuje se aplica directamente sobre la superficie de la carga.
F41A	Características funcionales o detalles comunes a armas pequeñas y a artillería, como cañones; montajes para armas pequeñas o artillería.
F41F	Aparatos para lanzar proyectiles o misiles de barriles, p. ej. cañones; lanzadores de rockets o torpedos; armas de arpón.
F41G	Dispositivos de mira para armas; apuntamiento.
F41H	Blindaje; torretas acorazadas; vehículos blindados o armados; medios de ataque o de defensa, p. ej. enmascaramiento, en general.
F42B	Cargas explosivas, p. ej. Para voladura; fuegos artificiales; municiones.
G05D	Sistemas para controlar o regular variables no eléctricas.

Dentro de este contexto, al hacer un análisis entre las empresas líderes en el desarrollo de este tipo de tecnologías (Figuras 4), se observó que la multinacional The Boeing Company es la entidad líder en este sector a nivel mundial, seguida por The Raytheon Company y la Secretaría Naval de Estados Unidos.

C. Líderes en Desarrollo Tecnológico

A continuación, se presenta una corta descripción de algunas principales empresas con mayor número de patentes relacionadas con la fabricación de equipos para el transporte de municiones.

1. The Boeing Company



Figura 5. Logo de Boeing, de [2].

2. The Raytheon Company



Figura 6. Logo de Raytheon Company, de [4].

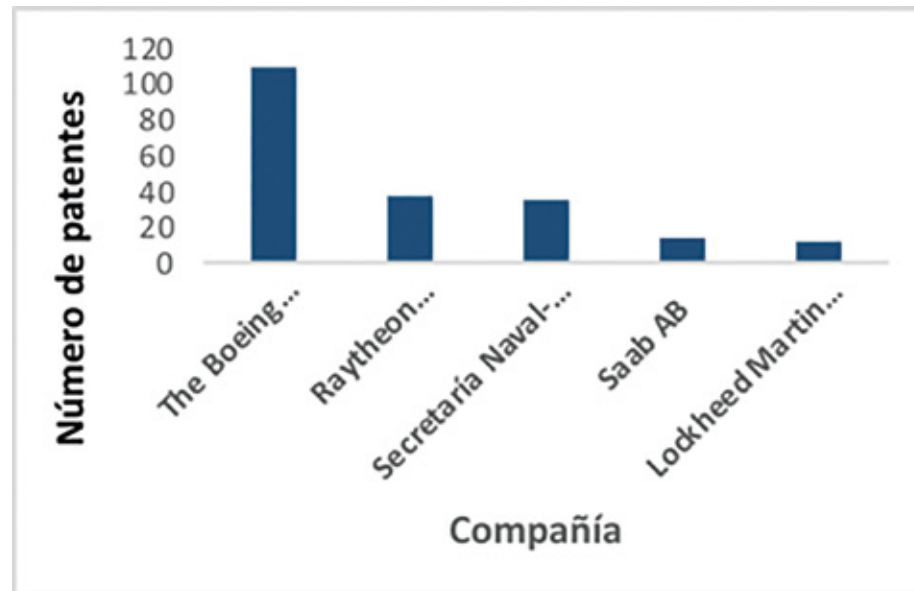


Figura 4. Empresas líderes en la publicación de patentes relacionadas con la fabricación de equipos para el transporte de municiones.

Según [3], es la empresa aeroespacial más grande del mundo. De origen estadounidense, es el primer fabricante de transportes comerciales de aviones. También es un productor líder de aviones militares, helicópteros, vehículos espaciales y misiles. Tal reconocimiento

se debe en gran parte a la adquisición de las unidades aeroespaciales y de defensa de empresas como Rockwell International Corporation en 1996 y McDonnell Douglas Corporation en 1997.

Raytheon: [4] compañía internacional aeroespacial y de defensa con sede en Waltham, Massachusetts. Cuenta con empresas que trabajan juntas en el diseño de soluciones para una amplia variedad de clientes gubernamentales y comerciales. Es una entidad que desarrolla productos, servicios y soluciones tecnológicas a nivel mundial. Opera a través de varios segmentos: Sistemas Integrados de Defensa (IDS); Inteligencia, Información y Servicios (IIS); Sistemas de Misiles (MS) y Sistemas espaciales y de aerotransporte.

Es decir, el segmento IDS proporciona: defensa integrada de misiles y aire, soluciones de radar terrestres y marítimas, soluciones de comando, control, comunicaciones, computadoras, cibernética e inteligencia; y sistemas navales de combate y navegación electrónica. De manera similar, el segmento MS desarrolla y admite una variedad de sistemas de armas, incluidos misiles, municiones inteligentes, sistemas de armas cercanas, proyectiles, vehículos, efectores de energía dirigida y soluciones de sensores de combate.

3. United States Department of The Navy

El Departamento de Marina de los Estados Unidos es una institución que opera como una organización gubernamental dentro del Departamento de Defensa. Él está compuesto por dos ramas: la Marina de los Estados Unidos y el Cuerpo de Marines.

En efecto, [6] se infiere que la Armada de los Estados Unidos está encargada de la defensa del país en el mar, el apoyo marítimo de los otros servicios militares de los EE. UU. y el mantenimiento de la seguridad en los mares dondequiera que se extiendan los intereses del país mencionado.



Figura 7. Logo del Departamento de Marina de los EE.UU., de [5].

4. SAAB AB Group

Es una empresa sueca de la industria aeroespacial que ofrece productos, servicios y soluciones para los mercados militares de defensa y de seguridad civil en todo el mundo. La compañía opera en los segmentos de Aeronáutica, Dinámica, Vigilancia, Soporte y Servicios, y Productos y Servicios Industriales [7]. De forma detallada, se tiene que el segmento de Aeronáutica desarrolla, produce y vende sistemas de energía aérea y sistemas de

aviación militar, además de realizar estudios sobre sistemas de aeronaves tripuladas y no tripuladas. Así mismo, el segmento Dinámica, por su parte, proporciona armas de combate terrestre, sistemas de misiles, torpedos, vehículos submarinos no tripulados, sistemas de entrenamiento y simulación, y sistemas de gestión de firmas para las fuerzas armadas. Finalmente, el segmento de Soporte y Servicios ofrece soluciones, como

su nombre lo indica, de soporte, mantenimiento técnico y servicios de logística; así como productos, soluciones y servicios para misiones militares y civiles.



Figura 8. Logo de SAAB AB, de [7].

5. Lockheed Martin Corporation

En [9] se afirma que Lockheed Martin Corporation, es una compañía estadounidense dedicada a la investigación, el diseño, desarrollo, la fabricación, integración y el mantenimiento de sistemas, productos y servicios de tecnología aeroespacial y de defensa en todo el mundo. Ella opera a través de cinco segmentos: aeronáutica, misiles y control de fuego, sistemas espaciales, sistemas de formación y soluciones globales. Dentro de los más destacados, se recalcan los tres primeros segmentos. El primero, (segmento de aeronáutica) ofrece aviones

de combate y movilidad aérea, vehículos aéreos no tripulados y tecnologías relacionadas. El segundo, (segmento misiles y control de fuego) proporciona sistemas de defensa de aire y misiles; misiles tácticos y sistemas de armas de precisión aire-tierra; logística; sistemas de control de fuego; servicios de apoyo, preparación, soporte de ingeniería e integración de operaciones de misión; vehículos terrestres tripulados y no tripulados; y soluciones de gestión energética. El tercero, (segmento de sistemas rotatorios) brinda helicópteros

militares y comerciales; sistemas de misión y combate de barcos y submarinos; sistemas de misión y sensores para aeronaves rotatorias y de ala fija; sistemas de defensa de misiles marinos y terrestres; sistemas de radar; servicios de simulación y entrenamiento; y sistemas y tecnologías para equipos no tripulados.



Figura 9. Logo de Lockheed Martin, de [8].

II. PATENTES DESTACADAS

TABLA 4.

Patentes relacionadas con la fabricación transporte de municiones

Número de patente	Título
EP0031212B1	Aircraft stores handling apparatus and system
US4911318	Air transportable container adjunct
US5915290	Integral weapons loading hoist and bomb rack interface unit
EP1092671B1	Loading aircraft stores
US20030221878	Omni-directional munitions handling vehicle
US20040062630	Systems and methods for handling aircraft munitions
WO2004035348	Munition trailer
US20040136819	Load handling system with reduced overhead clearance
WO2006071461	Load carrying vehicle and ejection mechanism and methods related thereto
EP1734329A2	Advanced weapons loader
US20070137922	Ammunition loading vehicle and method
US20120228432	Aerial delivery system with munition adapter and latching release

En la Tabla 4 se muestran algunas de las patentes encontradas que se relacionan con desarrollos tecnológicos para la fabricación de equipos de transporte de municiones. De algunas de ellas se hace una descripción breve a continuación, para destacar el contenido técnico y la forma como resuelven las características clave deseadas para abordar el reto tecnológico: ejecución rápida de la tarea, cumplimiento de los más altos estándares de seguridad posibles y capacidad de maniobrar en áreas de espacio restringido.

A. Integral Weapons loading hoist and bomb rack interface unit (US5915290A)

La invención se refiere a un montacargas integral y una interfaz de ensamble con la plataforma que sostiene el armamento. Por lo tanto, el conjunto incluye un mecanismo de elevación colocado en una estación de arma-

mento de la aeronave y una plataforma separada, que está unida al montacargas por correas que están en contacto con el armamento. Luego de que el arma está unida a la plataforma, ambas son levantadas para enganchar con

una placa estructural que soporta el mecanismo de elevación. De este modo, los ganchos de seguridad se acoplan automáticamente a refuerzos montados en la plataforma para unirla mecánicamente al montacarga.

TABLA 5.

Información de patente US5915290 A

Número de patente	US5915290 A
También publicado como	(NA)
Tipo de publicación	Concesión (caducada)
Fecha de publicación	22 Jun 1999
Inventores	Keith A. Coleman, Thaddeus Jakubowski, Jr.
Solicitante	Mcdonnell Douglas Corporation
Oficina de patentes	Estados Unidos
Código IPC	B64F1/32, B64D1/04

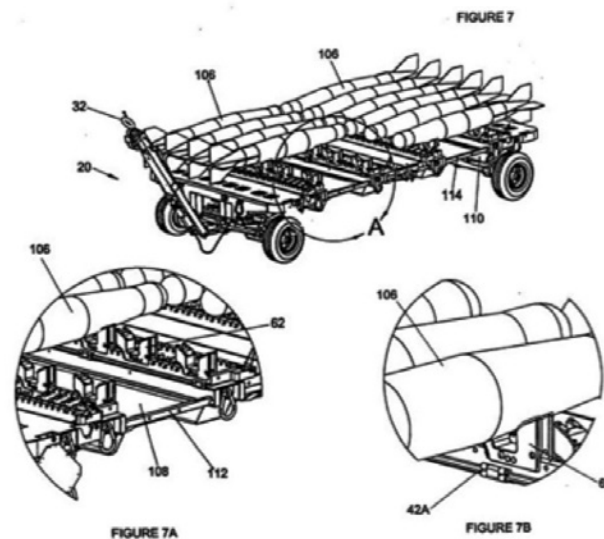


Figura 10. Patente US5915290A, de [10]

Systems and methods for handling aircraft munitions (US20040062630A1)

En lo que continúa, se presenta una patente donde se describe un invento que detalla un aparato para el transporte, carga y descarga de misiles. Entonces, tenemos que el sistema está compuesto por una plataforma para recibir y sostener el misil y por un elevador que se utiliza para mover dicho soporte en dirección vertical. Así el sistema plegable permite que el vehículo se ubique debajo de los pilones de las alas y se eleve de manera controlada hasta la posición de enganche de la munición. La plataforma incluye también un sistema que le permite desplazarse longitudinalmente, y para ello se requiere un alcance remoto, así como un conjunto de pivotes para controlar los ángulos de inclinación de esta. Por ende, los dispositivos utilizados para accionar, girar, elevar y pivotar los diversos elementos de la invención incluyen: motores, actuadores hidráulicos y una diversidad de sistemas neumáticos.

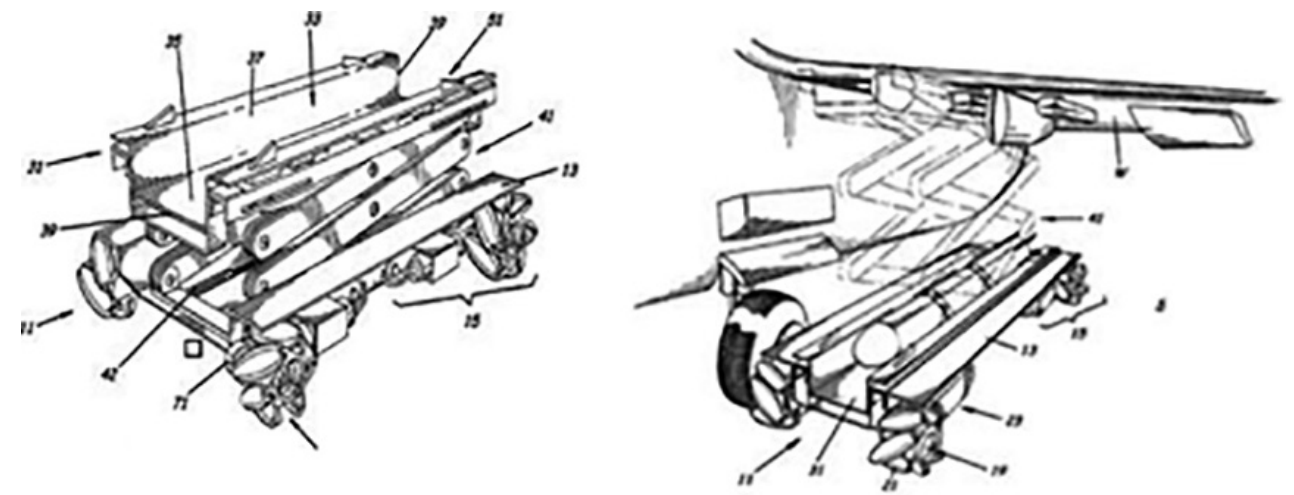


Figura 11. Patente Internacional US2003/0221878 A1, de [11]

Es importante resaltar lo siguiente: el aparato está equipado con ruedas omnidireccionales, lo que permite que el vehículo tenga una gran margen de maniobrabilidad, a diferencia de los vehículos tradicionales para el transporte de misiles. En ellos, el reposicionamiento generalmente debe realizarse por medio de un proceso de prueba y error para ubicar con precisión el vehículo

con respecto a la aeronave que se está cargando. Con este sistema de ruedas, el vehículo tiene la capacidad de girar circularmente dentro de un cuadrado de 10 pies, automatizando de esta forma el proceso de posicionamiento. Este sistema se encuentra descrito en otras solicitudes de patente (US 20030221878 A1, EP1361109A2, EP1361109A3, US6668950).

TABLA 6.

Información de patente US20040062630A1

Número de patente	US 20040062630 A1
También publicado como	(Ninguna)
Tipo de publicación	Solicitud
Fecha de publicación	30 Sep 2002
Inventores	Lou Marrero
Solicitante	Lou Marrero
Oficina de patentes	USA
Código IPC	F41A9/87

B. Load carrying vehicle and ejection mechanism and methods related there to (WO-2006/071461A2)

La patente cubre el diseño de un vehículo destinado al transporte, carga y descarga de municiones. Desde luego, el sistema está compuesto por el armazón del vehículo, ruedas operacionalmente conectadas al mismo, una bandeja para transportar la carga y una palanca para la manipulación por parte del operario.

Así pues, el vehículo cuenta con un mecanismo para la expulsión de las municiones que funciona mediante el accionamiento de la palanca y un sistema de bloqueo y desbloqueo que permite que la bandeja se incline en diferentes ángulos hasta conseguir la expulsión por acción de la gravedad. Lo anterior, se consigue gracias a la inclusión de una serie de rodillos ubicados sobre la bandeja, y que tienen como función primordial guiar la plataforma sobre las cuales se ubican las municiones hasta la posición de expulsión.

Dicho sistema está especialmente diseñado para ser utilizado en los portaviones que normalmente están equipados con rampas de descarga a través de las cuales las municiones se arrojan al océano junto con el vehículo en el que se transportan. Esto debido a que las dimensiones de los vehículos suelen ser más pequeñas que la parte más estrecha de dichas rampas. El equipo descrito puede ser manipulado hasta una posición determinada de la rampa y desde allí activar la descarga de las municiones sin necesidad de arrojar el vehículo al mar.

No obstante, el aspecto más relevante de la invención es la inclusión de ruedas omnidireccionales. Por tanto, el proceso de montaje de las municiones requiere de un posicionamiento extremadamente preciso; pero los vehículos convencionales para el transporte poseen una maniobrabilidad inadecuada. Ello deja que gran parte del éxito del proceso recaiga sobre la habilidad de los operarios. Las ruedas incluidas en este vehículo están

compuestas por una central sobre la que se ubican una serie de ruedas periféricas que giran en diferentes direcciones con relación al plano de la principal. Este sistema facilita la manejabilidad del vehículo y ha sido probado de manera exitosa en vehículos comerciales, como los de la empresa Airtrax [12]. De la misma forma, este tipo de ruedas han sido protegidas mediante diferentes patentes (US 6340065 B1 y 6547340 B2).

TABLA 7.

Información de la patente WO-2006/071461A2

Número de patente	WO 2006/071461 A2
También publicado como	US20070048115, WO2006071461A3, WO2006071461A9
Tipo de publicación	Solicitud
Fecha de publicación	06 Jul 2006
Inventores	Nicholas E. Fenelli
Solicitante	Airtrax, Inc.
Oficina de patentes	PCT
Código IPC	B60K26/00

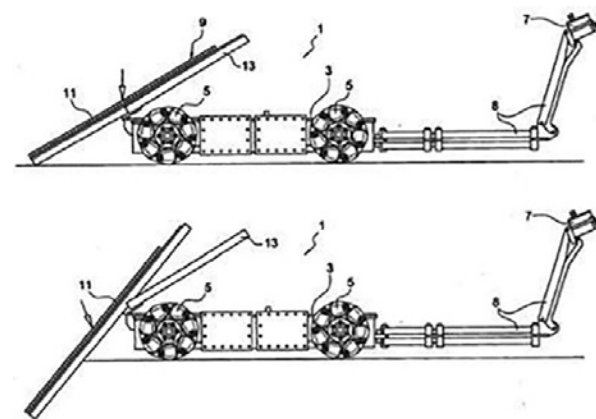


Figura 12. Patente Internacional PCT/US2005/043948 – Número de Publicación Internacional del World Intellectual Property Organization WO2006/071461 A2, de [13]

C. Ammunition loading vehicle and method (US7725217B2)

Esta patente presenta un vehículo motorizado cuya función es carga, transporte y elevación de bombas y/o misiles en aeronaves. Esta acción es típicamente debajo de su ala o del vientre. En ese sentido, el vehículo está provisto de un par de brazos accionados hidráulicamente para subir y bajar cargas de hasta 1500 Kg.

Queda por aclarar que el vehículo tiene dos modos de operación seleccionables por medio de un sistema computarizado. Un primero, proporciona una dirección hidráulica en las cuatro ruedas y permite que el vehículo se conduzca en un radio de giro pequeño, y a una velocidad de hasta 10 Km/h; mientras que en el segundo, la dirección de la rueda trasera se bloquea, haciendo que

el vehículo se conduzca en línea recta a una velocidad de hasta 20 Km/h. Este sistema suministra al vehículo un amplio margen de manejabilidad en espacios como el de los hangares.

En síntesis, el modelo propuesto utiliza como base el diseño de vehículos tradicionales tipo Trolley o Jammer, pero incorpora algunas características de seguridad destinadas a llevar a cabo la tarea del transporte y carga de los misiles sin contratiempos. De esta forma,

el vehículo incluye dos sistemas de frenado independientes, uno convencional, para uso normal y uno segundo accionado hidráulicamente y aplicado automáticamente en caso de pérdida de presión hidráulica. Así mismo, se incluyen válvulas que, por un lado, se activan de forma automática para evitar que el brazo hidráulico caiga abruptamente y, por otro, proveen un sistema que hace que el vehículo se detenga cuando el operador baja del asiento.

TABLA 8.

Información de la patente US7725217B2

Número de patente	US 7725217 B2
También publicado como	US7181322, US20030216840, US20070137922
Tipo de publicación	Concedida
Fecha de publicación	25 May 2010
Inventores	Refael Bivas
Solicitante	B.L. Usa Inc.
Oficina de patentes	USA
Código IPC	B60K17/34, B66F9/075

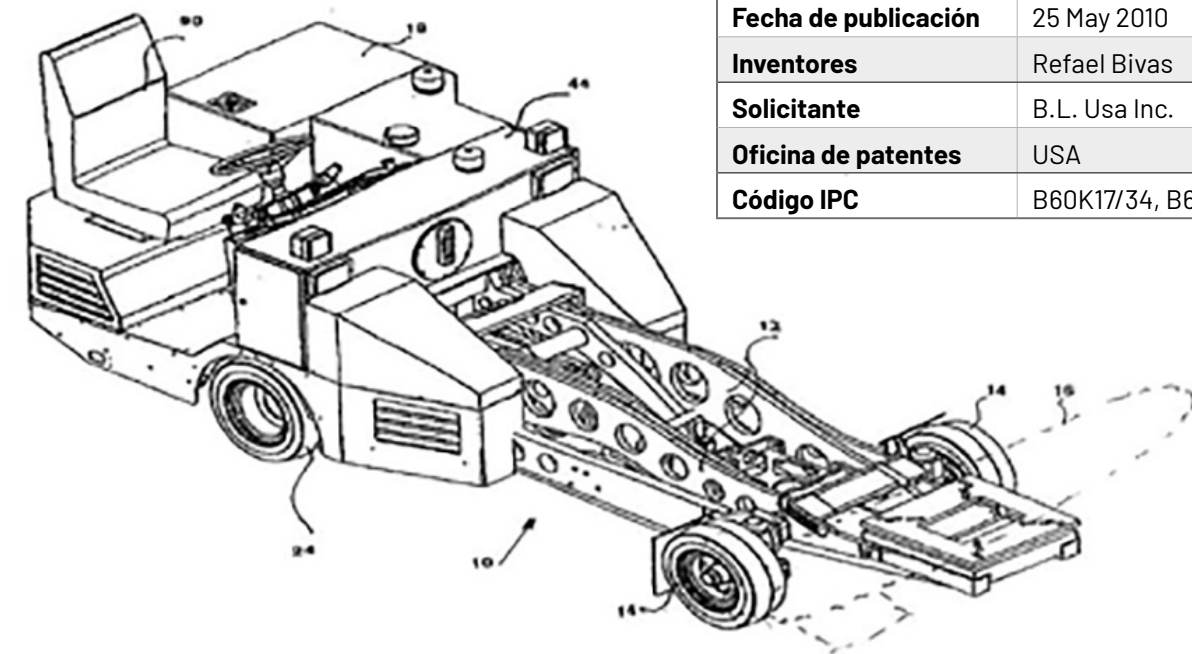


Figura 13: Patente Internacional US2007/0137922 A1, de [14]

III. EMPRESAS Y PRODUCTOS DESTACADOS

A. Hydraulics International INC

Hydraulics International, Inc, conocida como HII, es una empresa estadounidense con sede en California que suministra servicios y productos de defensa y apoyo a la industria de la aviación y a las fuerzas militares, especialmente en los campos de logística y mantenimiento militar [15].

Esta comercializa equipos de defensa en tierra que incluyen sistemas para carga de municiones, pruebas de sistemas hidráulicos de aeronaves, pruebas de presión de cabina de aeronaves, sistemas de energía, sistemas de control ambiental, remolques militares, sistemas de líquidos y gases a alta presión; entre otros.

1. Unidad de carga y manipulación MHU83D/E Motor diesel

Es un equipo para carga/descarga de aeronaves tácticas. Entre sus principales funciones están: transporte de provisiones aéreas (incluyendo municiones, tanques de combustible, pilones, armamento especial y equipamiento de rescate). El vehículo posee un brazo hidráulico con una capacidad de carga máxima de 7.000 lbs

2. Unidad de carga y manipulación MHU83E Motor eléctrico

Este equipo (para carga/descarga de aeronaves tácticas) Permite el transporte de provisiones aéreas que incluye: municiones, tanques de combustible, pilones, armamento especial y equipamiento de rescate. Por consiguiente, el vehículo posee un brazo hidráulico con una capacidad de carga máxima de 3.000 lbs.



Figura 14. Aircraft Aerial Munitions Lift Trucks/Aircraft Bomb Loaders, MHU-83DE, P/N: 971480-30 (NSN: 1730-01-446-2422), de [15]



Figura 15. Aircraft Aerial Munitions Lift Trucks/Aircraft Bomb Loaders, MHU-83E P/N: 99511-100 (NSN: 1730-01-482-1317), de [15]

3. Unidad de manipulación y carga de misiles (bombas nucleares)

Por una parte, es un vehículo que está equipado con un brazo elevador impulsado por electricidad. Está diseñado para ser utilizado con diferentes soporte y adaptadores para la carga de municiones nucleares en aviones. Por otra, el equipo está certificado por normas militares para el manejo de armas nucleares, como la USAF Weapons Laboratory y el manual de seguridad 91- 118 de la Fuerza Aerea de Estados Unidos. Cabe mencionar que la capacidad máxima de carga es de 7.000 lbs.

4. Montacargas MJ1C Motor diesel

Vehículo versátil que se puede usar con casi todas las armas utilizadas en las Fuerzas Armadas de los Estados Unidos y en numerosos aviones de ala fija y de ala de rotor en una amplia gama de entornos. Tiene una variedad de adaptadores disponibles, como el adaptador de carga de un paso (OSLA) para misiles, adaptadores



Figura 17. Aircraft Aerial Munitions Lift Trucks/Aircraft Bomb Loaders, MJ-1C (2) replaces MJ-1A & MJ-1B; P/N: 8141050-70 (NSN: 1730-01-491-1557), de [15]



Figura 16. Aircraft Aerial Munitions Lift Trucks/Aircraft Bomb Loaders, MHU-83E P/N: 99511-100 (NSN: 1730-01-482-1317), de [15]

de pilón y varios adaptadores de rodillo. La capacidad máxima de carga es de 3,600 lbs.

5. Montacargas MJ1E Motor eléctrico

Equipo para carga/descarga de aeronaves tácticas. Su capacidad máxima de carga corresponde a

3.000 lbs., por lo tanto, resulta práctico para el transporte de provisiones aéreas. Ello incluye: municiones, tanques de combustible, pilones, armamento especial y equipamiento de rescate.



Figura 18. Aircraft Aerial Munitions Lift Trucks/Aircraft Bomb Loaders, MJ-1E P/N: 050025-100 (NSN: 1730-01-536-6388) Electric Motor Driven, de [15]

6. Transportador con dirección de 4 ruedas y controlador remoto Motor diesel o eléctrico

Este equipo para carga/descarga de aeronaves tácticas facilita transportar provisiones aéreas (incluido municiones, tanques de combustible, pilones, armamento especial y equipamiento de rescate). La capacidad máxima de carga es de 3.800 lbs., y puede ser manipulado por medio de control remoto.



Figura 19. Aircraft Aerial Munitions Lift Trucks/Aircraft Bomb Loaders, MJ-1EOR/MJ-1C 4 Wheel Steering, de [15]

B. Fast Global Solutions INC

Fast Global Solutions es una empresa estadounidense con sede en Minnesota que fabrica equipos para soporte terrestre y manejo de carga para la industria militar. Aquí se ofrece equipos de apoyo en tierra, tales como carretillas, carros de equipaje, escaleras, cargadores de cinta, bastidores, plataformas de clasificación, carros neumáticos y elevadores de tijera móviles; transportadores, incluidos transportadores extensibles, rampas, cargadores / descargadores de gravedad y transportadores con cinta; aplicadores, pulverizadores, tanques montados en tractores y otros productos y partes relacionadas.

1. Unidad para el manejo de municiones MHU226

Este vehículo es un sistema patentado para el remolque de municiones [16]. Cuenta con una plataforma para el transporte de carga de hasta 12,000 lbs y un sistema de accesorios que incluyen 12 cunas, 8 adaptadores, 12 grilletes



Figura 20. MHU-226 Munitions Handling Unit, NSN: 1740-01-506-3624 RN - P/N: 20038001, de [17]

y un arnés, lo que le proporciona una amplia versatilidad. Adicional, el vehículo posee un sistema de amortiguadores de alto rendimiento y un sistema de dirección doble para facilitar la maniobrabilidad, permitiendo alcanzar una velocidad máxima de desplazamiento es de 6.7 m/s cuando está cargado y de 13.4 m/s en vacío.



Figura 21. Carretilla elevadora MJ-1C, de [19]

D. EINSA

Es una compañía española con más de 36 años de experiencia en la industria de la aviación. La empresa se dedica al diseño y fabricación de equipos de apoyo en tierra para aeronaves civiles y militares. Adicional, incluye plataformas de carga, posicionadores de carga y aeronaves, tractores y mulas hidráulicas; entre otros.

1. Posicionador manual Y Loader

El posicionador manual de Cargas Externas, modelo "Y" Loader [20], ha sido especialmente diseñado para el transporte, posicionamiento, carga y descarga de cargas externas en aviones y helicópteros



Figura 22. Weapon Loader, YLoader, de [20]

C. Megmar Logistics & Consulting

Megmar [18] es una empresa polaca especializada en la fabricación de productos y tecnologías para las Fuerzas Armadas, las agencias policiales y los aeropuertos. Sus clientes incluyen, entre otros, Instituciones de Inspección de Armamentos, las Bases Logísticas Regionales, el Comando de la Base Naval, las Unidades de Apoyo Militar y las Bases Aéreas polacas.

1. Aerial Stores Lift Truck MJ1C

El MJ-1C es una carretilla elevadora propulsada por diésel para cargar, descargar y transportar depósitos aéreos que incluyen municiones, tanques de combustible, torres de alta tensión, armas especiales y cápsulas especiales con un peso de hasta 1300 Kg en aviones tácticos. Es especial para el montaje de carga en aviones F-16, F-22 y F-35.





Figura 23. Weapon Loader, YLoader, de [21]

2. Posicionador eléctrico de cargas CM3

Este equipo [21] está diseñado para transportar, posicionar, cargar y descargar una amplia gama de cargas externas en aviones y helicópteros militares. Por ende, tiene una capacidad de 3.000 lbs, y se recomienda para operar en zonas potencialmente explosivas.

Una característica importante del equipo es que mantiene su verticalidad en movimientos de ascenso y descenso, con lo cual la carga de los misiles es más segura y rápida. Además, la mesa de carga posee 6 grados de libertad controladas mediante un sistema electro-hidráulico.

E. BL ADVANCED GROUND SUPPORT SYSTEMS

Es una empresa privada que proporciona productos para las fuerzas aéreas y terrestres [22]. Está dedicada al diseño, desarrollo, producción, venta y posventa de productos en dos áreas principales: equipos de soporte en tierra para aeronaves, y productos militares avanzados para fuerzas terrestres. La compañía fue seleccionada por la empresa Lockheed

Martin Company para la fabricación de los vehículos utilizados para el montaje de misiles en los aviones F-35.

1. BL1 Weapon Loader

Es un vehículo autopropulsado, operado hidráulicamente, diseñado para transportar, levantar y posicionar varios tipos de municiones, armas especiales y pilones que pesen hasta 2300 kg en aviones militares.



Figura 24. BL-1 Weapon Loader, de [23]

La inclusión de sistema de dirección delantero y trasero, en conjunto con la amplia distancia entre ejes, le proporciona al vehículo una gran estabilidad. Algo llamativo de este son las características de seguridad del BL-1 [23] pues incluyen un interruptor de asiento que evita el funcionamiento del vehículo cuando el conductor no está sentado y un sistema hidráulico manual de emergencia para operar el brazo elevador; así como frenos de seguridad en caso de mal funcionamiento hidráulico.

2. BL2 Weapon Loader

El BL-2 [24] tiene un perfil bajo para permitir el acceso a aeronaves con poca distancia al suelo. Al igual que el BL-1, posee un elevado margen de maniobrabilidad debido al sistema combinado de dirección trasera y delantera.

Este equipo se utiliza para transferir las municiones directamente desde el sitio de almacenamiento hasta la aeronave por medio de un brazo de elevación que es operado

mediante un panel de control ubicado en el sitio del conductor. Así mismo, el sistema se puede operar de forma remota utilizando un dispositivo de control manual conectado al vehículo mediante un cable.

De hecho, la capacidad máxima de carga es de 3400 lbs y el vehículo puede alcanzar velocidades de 7.5 y 16 Km/h dependiendo de si está cargado o no.

3. BL3 Weapon Loader

Es un vehículo autopropulsado, operado hidráulicamente, diseñado para transportar, levantar y posicionar varios tipos de municiones con un peso de hasta 3175 Kg. El equipo tiene un peso de 2860 Kg y alcanza velocidades de 10 a 20 Km/h según se encuentre cargado o no [25].

4. Mini BL1 Weapon Loader

Este vehículo permite transportar cargas de hasta 1700 Kg para su posicionamiento en aeronaves militares. El peso del vehículo alcanza los 2000 Kg y velocidades de 7,5 y 16 Km/h, según esté cargado o descargado [26].



Figura 25. BL-2 Weapon Loader, de [24]



Figura 26. BL-3 Weapon Loader, de [25]



Figura 27. Mini BL-1 Weapon Loader, de [26]

CONCLUSIONES.

Tras realizar las investigaciones mencionadas. Se llega al hallazgo de que Estados Unidos es el país con mayor investigación y desarrollo Tecnológico alrededor de equipos para el transporte de municiones. Estos se patentan, registran y desarrollan desde el año 2007. A la fecha de consulta, se habían registrado 901 patentes en Estados Unidos, seguido por el Reino Unido con 229.

A su vez, en esta indagación se identificaron los principales fabricantes a nivel mundial. Por consiguiente, las empresas líderes en el desarrollo de este tipo de tecnologías son: BOEING COMPANY (como la entidad líder en este sector a nivel mundial), seguida de

Raytheon Company, la Secretaría Naval de Estados Unidos, la Multinacional SAAB y Lockheed Martin.

En sí, uno de los aspectos más relevantes que se identifica en la vigilancia tecnológica realizada es que a nivel mundial se utilizan equipos especializados para el transporte, la manipulación y la elevación de municiones que van a ser instalados en aeronaves. Estos parámetros eliminan al mínimo la manipulación manual de dichas municiones.

De igual forma, se destacan equipos diseñados específicamente para ubicar municiones en aeronaves determinadas o en equipos configurados para cargar muni-

ciones concretas. De ahí que, este último sea un aspecto definido por el fabricante de la munición, quien emite un documento técnico y/o manual de instalación con equipo especializado.

En suma, acorde a las recomendaciones recolectadas de los diferentes fabricantes de municiones, se requiere de un equipo especializado que minimice la manipulación manual y, a la vez, que el equipo esté configurado para atender la necesidad de ubicación en aeronaves específicas. Es decir, un equipo de transporte y manipulación para un tipo específico de aeronave.

REFERENCIAS.

- [1] B. Cassidy, G. Koury, and F. Pin, "Defining the next generation munitions handler," in 10th Computing in Aerospace Conference, American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1995. pp 515-520, March 1995
- [2] Boeing, "Boeing: The Boeing Company", Boeing.com, 2017. [Online]. Available: <https://www.boeing.com>. [Accessed: Nov- 2017].
- [3] C. Ayala, "Breve historia de las marcas: Boeing", Bien Pensado, 2017. [Online]. Available: <https://bienpensado.com/historia-marca-boeing/>. [Accessed: Nov- 2017].
- [4] Raytheon Company, "Raytheon: Businesses", Raytheon.com, 2017. [Online]. Available: <https://www.raytheon.com/index.php/our-company/businesses>. [Accessed: Nov- 2017].
- [5] United States Navy, US Navy Logo. 2017.
- [6] The Editors of Encyclopaedia Britannica, "United States Navy | History, Ships, Battles, & Structure", Encyclopedia Britannica, 2017. [Online]. Available: <https://www.britannica.com/topic/The-United-States-Navy>. [Accessed: Nov- 2017].
- [7] Saab AB, "Business Areas", Saab Corporate, 2017. [Online]. Available: <https://saabgroup.com/about-company/organization/business-areas/>. [Accessed: Nov- 2017].
- [8] Lockheed Martin Corporation, Lockheed Martin Corporation Logo. 2017.
- [9] Reuters Editorial, "Lockheed Martin Corp (LMT) Company Profile | Reuters.com", Reuters.com, 2017. [Online]. Available: <https://www.reuters.com/finance/stocks/company-profile/LMT>. [Accessed: Nov- 2017].
- [10] Keith A. Coleman, Thaddeus Jakubowski, Jr., "Integral Weapons loading hoist and bomb rack interface unit", US5915290 A, 1999.
- [11] L. Marrero, "Systems and methods for handling aircraft munitions", US 20040062630 A1, 2002.



Sección Tecnología e Innovación

Pedro David Bravo-Mosquera
São Carlos Engineering School University São Paulo

Nelson David Cisneros-Insuasti
Funbotic S.A

Bryann Avendaño-Uribe
SCIENTELab- Transformando con Ciencia

Fabiola Mosquera-Rivadeneira
Universidad Santo Tomás

Aprendizaje STEM basado en diseño de aeronaves: una estrategia interdisciplinaria desarrollada para Clubes de Ciencia Colombia *



CIENCIA Y PODER AÉREO

ISSN 1909-7050 / E- ISSN 2389-2468 / Volumen 14 (1)
Enero-Junio de 2019/ Colombia/ Pp. 204-227



Citación: Bravo-Mosquera, P., Cisneros-Insuasti, N., Avendaño-Uribe, B., Mosquera-Rivadeneira, F., (2019). STEM learning based on aircraft design: an interdisciplinary strategy developed to science clubs Colombia. *Ciencia y Poder Aéreo*, 14 (1), 204-227. Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.629>

<p>Pedro David Bravo-Mosquera</p> <p>PhD candidate, Aircraft designer, experience in the area of CFD, experimental aerodynamics, propulsion and optimization in engineering. pdbravom@usp.br CvLAC: https://scienti.colciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001735577 ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5666-9465</p>	<p>Nelson David Cisneros-Insuasti</p> <p>Electronic Engineer – Universidad de Nariño. Experience in electronic engineering, robots’ competition and children education. davidcisneros183@gmail.com CvLAC: https://scienti.colciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001685723</p>	<p>Bryann Avendaño-Uribe</p> <p>Biology and Ecology Professional – Pontificia Universidad Javeriana. Experience in research, education and consultancy for the rural development. Academic training includes: data modelling, decision-making and scenario planning. bryesteban@gmail.com CvLAC: https://scienti.colciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001473318</p>	<p>Fabiola Mosquera-Rivadeneira</p> <p>Experience in special and children education. fabimosri@gmail.com CvLAC: https://scienti.colciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001672495 Doi:https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.629</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

* Artículo de reflexión resultado del proyecto de investigación denominado “Science Club – Aircraft Design” (2018). La filial institucional corresponde a las siguientes entidades: São Carlos School of Engineering – University of São Paulo, Funbotic S.A., ScienteLab y Universidad Santo Tomás.

RESUMEN

En este artículo se presenta una estrategia de aprendizaje STEM basada en diseño de aeronaves, con el objetivo de fomentar el desarrollo de la ciencia aeronáutica en Colombia. Esta estrategia de enseñanza fue desarrollada por instructores especializados del programa Clubes de Ciencia Colombia, buscando estimular en los jóvenes estudiantes colombianos su pasión por la ciencia, la tecnología y la innovación, y en el proceso, crear una red internacional de colaboraciones académicas. Fue utilizada la taxonomía de Bloom para clasificar y seleccionar tanto los objetivos educativos, así como el plan de enseñanza para el club de ciencias. Actividades STEM que alientan a los estu-

diantes a realizar experiencias de aprendizaje práctico que fueron la base de esta estructura de trabajo. Esencialmente, actividades interdisciplinarias relacionadas con la aeronáutica, la electrónica, las simulaciones computacionales y el dibujo técnico; caracterizaron este club de ciencias. Como resultado, los estudiantes pudieron diseñar, fabricar y probar su propio modelo aéreo lanzado a mano, aplicando todos los pasos del método científico: la concepción de ideas, el diseño y la ejecución de experimentos, y la comunicación de resultados. Después de las primeras pruebas de vuelo de los modelos aéreos, los estudiantes revelaron la capacidad de aplicar sus conocimientos de

matemáticas junto con su aprendizaje de ciencias sobre las fuerzas de vuelo para mejorar su técnica de lanzamiento. Por lo tanto, fueron mejorados tanto el tiempo de vuelo como el alcance de los modelos aéreos. Finalmente, tanto estudiantes como instructores se beneficiaron a lo largo de la interacción de aprendizaje, ya que fue la primera vez que una comunidad rural es el escenario de un proceso de capacitación en ingeniería aeronáutica. Se espera que la divulgación de este material contribuya con la comunidad aeronáutica colombiana, ofreciendo perspectivas para nuevas propuestas de investigación y marcos de cooperación entre entidades gubernamentales y universidades.

PALABRAS CLAVE:

aprendizaje STEM, diseño de aeronaves, taxonomía de Bloom, aprendizaje práctico, método científico, Clubes de Ciencia Colombia.

Tecnología e Inovação

Pedro David Bravo-Mosquera

São Carlos Engineering School University São Paulo

Nelson David Cisneros-Insuasti

Funbotic S.A

Bryann Avendaño-Uribe

SCIENTELab- Transformando con Ciencia

Fabiola Mosquera-Rivadeneira

Universidad Santo Tomás

Aprendizagem STEM baseada no projeto de aeronaves: uma estratégia interdisciplinar desenvolvida para os clubes de ciências da Colômbia*



CIENCIA Y PODER AÉREO

ISSN 1909-7050 / E- ISSN 2389-2468 / Volumen 14 (1)

OPEN ACCESS Enero-Junio de 2019/ Colombia/ Pp. 204-227

Citación: Bravo-Mosquera, P., Cisneros-Insuasti, N., Avendaño-Uribe, B., Mosquera-Rivadeneira, F., (2019). STEM learning based on aircraft design: an interdisciplinary strategy developed to science clubs Colombia. *Ciencia y Poder Aéreo*, 14 (1), 204-227. Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.629>

Pedro David Bravo-Mosquera

PhD candidate, Aircraft designer, experience in the area of CFD, experimental aerodynamics, propulsion and optimization in engineering. pdbravom@usp.br
CvLAC: https://scienti.colciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001735577
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5666-9465>

Nelson David Cisneros-Insuasti

Electronic Engineer – Universidad de Nariño. Experience in electronic engineering, robots’ competition and children education. davidcisneros183@gmail.com
CvLAC: https://scienti.colciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001685723

Bryann Avendaño-Uribe

Biology and Ecology Professional – Pontificia Universidad Javeriana. Experience in research, education and consultancy for the rural development. Academic training includes: data modelling, decision-making and scenario planning. bryesteban@gmail.com
CvLAC: https://scienti.colciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001473318

Fabiola Mosquera-Rivadeneira

Experience in special and children education. fabimosri@gmail.com
CvLAC: https://scienti.colciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001672495
Doi:<https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.629>

* Artigo de reflexão resultante do projeto de pesquisa denominado: “Clube da Ciência - Designer de Aeronaves” (2018). A subsidiária institucional corresponde às seguintes entidades: Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo, Funbotic S.A., ScienteLab e Universidade Santo Tomás.

RESUMO

Neste artigo apresenta-se uma estratégia de aprendizado STEM baseada no projeto de aeronaves, a fim de incentivar o desenvolvimento da ciência aeronáutica na Colômbia. Essa estratégia de ensino foi desenvolvida por instrutores especializados do programa Clubes de Ciência Colômbia, buscando estimular nos jovens colombianos sua paixão pela ciência, tecnologia e inovação e, no processo, criar uma rede internacional de colaborações acadêmicas. A taxonomia de Bloom foi usada para classificar e selecionar tanto os objetivos educacionais, quanto o plano de ensino do clube de ciências. Atividades STEM que incentivam os alunos a realizar

experiências de aprendizado prático foram a base desta estrutura de trabalho. Essencialmente, atividades interdisciplinares envolvendo aeronáutica, eletrônica, simulações computacionais e desenho técnico; caracterizaram este clube de ciências. Como resultado, os alunos foram capazes de projetar, fabricar e testar seu próprio modelo aéreo lançado à mão, aplicando todas as etapas do método científico: a concepção de ideias, o projeto e a execução de experimentos e a comunicação dos resultados. Após os primeiros testes de voo dos modelos aéreos, os alunos revelaram a capacidade de aplicar seus conhecimentos de matemática em conjunto com

o aprendizado de ciências nas forças de voo, a fim de melhorar sua técnica de lançamento. Assim, foram aprimorados tanto o tempo de voo quanto o alcance dos modelos. Finalmente, alunos e instrutores foram beneficiados durante toda a interação de aprendizagem, pois foi a primeira vez que uma comunidade rural é cenário de um processo de formação em engenharia aeronáutica. Espera-se que a divulgação deste material contribua à comunidade aeronáutica colombiana, oferecendo perspectivas para novas propostas de pesquisa e estruturas de cooperação entre entidades governamentais e universidades.

PALAVRAS-CHAVE:

aprendizado STEM, projeto de aeronaves, taxonomia de Bloom, aprendizado prático, método científico, Clubes de Ciência Colômbia.

Technology and Innovation

Pedro David Bravo-Mosquera

São Carlos Engineering School University São Paulo

Nelson David Cisneros-Insuasti

Funbotic S.A

Bryann Avendaño-Uribe

SCIENTELab- Transformando con Ciencia

Fabiola Mosquera-Rivadeneira

Universidad Santo Tomás

STEM Learning Based on Aircraft Design: An Interdisciplinary Strategy Developed to Science Clubs Colombia*



CIENCIA Y PODER AÉREO

ISSN 1909-7050 / E- ISSN 2389-2468 / Volumen 14 (1)

OPEN ACCESS Enero-Junio de 2019/ Colombia/ Pp. 204-227

Citación: Bravo-Mosquera, P., Cisneros-Insuasti, N., Avendaño-Uribe, B., Mosquera-Rivadeneira, F., (2019). STEM learning based on aircraft design: an interdisciplinary strategy developed to science clubs Colombia. *Ciencia y Poder Aéreo*, 14 (1), 204-227. Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.629>

Pedro David Bravo-Mosquera

PhD candidate, Aircraft designer, experience in the area of CFD, experimental aerodynamics, propulsion and optimization in engineering. pdbravom@usp.br
CvLAC: https://scienti.colciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001735577
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5666-9465>

Nelson David Cisneros-Insuasti

Electronic Engineer – Universidad de Nariño. Experience in electronic engineering, robots’ competition and children education. davidcisneros183@gmail.com
CvLAC: https://scienti.colciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001685723

Bryann Avendaño-Uribe

Biology and Ecology Professional – Pontificia Universidad Javeriana. Experience in research, education and consultancy for the rural development. Academic training includes: data modelling, decision-making and scenario planning. bryesteban@gmail.com
CvLAC: https://scienti.colciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001473318

Fabiola Mosquera-Rivadeneira

Experience in special and children education. fabimosri@gmail.com
CvLAC: https://scienti.colciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001672495
Doi:<https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.629>

* Article of Reflection taken from the research project “Science Club - Aircraft Design” (2018). The institutional branch corresponds to the following entities: São Carlos School of Engineering - University of São Paulo, Funbotic S.A., ScienteLab and Universidad Santo Tomás.

ABSTRACT

This article describes a STEM learning strategy based on aircraft design in order to promote the development of aeronautical science in Colombia. This teaching strategy was developed by specialized instructors from the Science Clubs Colombia program, seeking to stimulate in young Colombian students their passion for science, technology, and innovation, and in the process, create an international network of academic collaborations. Bloom’s taxonomy was used to classify and select both the educational objectives, as well as the teaching plan of the science club. STEM activities that encourage students to perform

hands-on learning experiences were the basis of this framework. Essentially, interdisciplinary activities involving aeronautics, electronics, computational simulations, and technical drawing; characterized this science club. As a result, the students were able to design, manufacture and test their own hand-launched air-model, applying all steps of the scientific method: the conception of ideas, design, execution of experiments, and communication of results. After the first flight tests of the air-models, the students disclosed an ability to apply their mathematics knowledge in conjunction with their science learning on the

forces of flight, in order to improve their launching technique. Therefore, both the time and range of the air-models were enhanced. Finally, both students and instructors benefited throughout the learning interaction, since it was the first time that a rural community is the scenario of an aeronautical engineering training process. It is expected that the dissemination of this material will contribute to the Colombian aeronautical community, giving outlooks for new research proposals and cooperation frameworks between government entities and universities.

KEY WORDS:

STEM Learning, Aircraft Design, Bloom’s Taxonomy, Hands-on Learning, Scientific Method, Science Clubs Colombia.



Los textos publicados en esta revista están sujetos –si no se indica lo contrario– a una licencia de Reconocimiento 4.0 Internacional de Creative Commons. La licencia completa se puede consultar en https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es_ES.

Aprobado evaluador interno: 15/08/2019
Aprobado evaluadores externos: 03/09/2019

INTRODUCTION

Historically, the countries most involved in the development of the aeronautical sector in Latin America have been Brazil and Colombia. The Brazilian inventor and engineer, Alberto Santos Dumont (July 20, 1873 - July 23, 1932), is recognized by the scientific community as one of the most important pioneers of aviation (Torenbeek and Wittenberg, 2009). Among his projects is highlighted the SD19 (Demoiselle) aircraft, whose 10.2 m² of wing area, 120 kg of maximum takeoff weight (MTOW) and 24 horse-power (HP), make it the precursor of modern aircraft, creating the design principles of both, light aircraft and general aviation (Abdalla and Catalano, 2013; Ibrahim and Mohnot, 2006).

On the other hand, the title of precursor and creator of the aviation in Colombia is awarded to Gonzalo

Mejía (Medellín, 1884 - 1956), whose proposal to use amphibious aircraft for passenger and cargo transport missions along the Magdalena river aroused great interest in promoting the aviation in Colombia (León, 2011). Thus, in 1921, the CCNA (Compañía Colombiana de Navegación Aérea) and the SCADTA (Sociedad Colombo-Alemana de Transportes Aéreos) were founded in Medellín and Barranquilla, respectively.

After years of evolution and development due to the end of the Second World War, Brazil and Colombia began to manufacture aircraft at the end of the 60s, just after the creation of the Andean Pact. In Colombia, Aviones de Colombia S.A company quickly embarked on this project, expanding the aircraft market in Venezuela, Chile, Peru, and Bolivia. This led to the Colombian

assembly system became the first in the world in its sort (Corradine, 1980). Something similar happened in Brazil, where Embraer S.A company besides manufacturing Piper aircraft, also designed their aircraft, which began to be certified due to bilateral agreements with the United States (Dinero, 2000). It should be noted that the importance of such efforts qualified to Embraer as one of the most important companies in the aeronautical sector (3rd biggest aircraft manufacturer in the world) (Forjaz, 2005).

Although both countries began their aeronautical industries at the same time, there are several crucial aspects that finally marked the current situation of the Colombian aviation. For example, Brazil greatly enhanced its air power, not only because of the size of its aeronauti-

cal infrastructure, but also because of its ability to generate technology, research, and, above all, employment (Bernardes, 2000). Furthermore, the stability of policies and the scientific projects developed between Brazilian Universities and Embraer led to this company to success, i.e., Brazil managed to synchronize economically several political and scientific aspects with Embraer (Catalano, 2018; Catalano and Carmo, 2013; Suzigan and Da Motta, 2011).

Based on the remarkable characteristics described above, perhaps the most important difference between Brazil and Colombia is the structuring of policies that the aeronautical authority of each country have established. Therefore, according to this literature review, the most viable way to improve the aircraft development in Colombia is the agreement of the efforts of the State, the academic community and private entities, to combine the political, scientific and economic aspects, respectively (Guzmán, 2006).

It is worth mentioning that during the last years, the aeronautical sector in Colombia has undergone essential changes. The creation of CIAC S.A (Corporación de la Industria Aeronáutica de Colombia) is one of the great achievements of the Colombian government. Outstanding projects are being developed in this unit, standing out the Calima T-90, the Urubu S-17 glider, and Unmanned Aerial Vehicles (UAVs), such as the UAV Quimbaya and UAV Coelum, which encourage the design and manufacture of aircraft in Colombia, expanding the aerospace industry due to the participation of military and civil companies (Aeronaves no tripuladas, 2019; Aeronaves tripuladas, 2019; UAV Coelum, 2019).



On the other hand, it is also important to mention some of the university projects that have been highlighted in Colombia. For example, Betancourth et al. (2016) designed and manufactured the first Colombian solar-powered UAV, called UAV-SOLVENDUS. Bravo-Mosquera et al. (2017) created a hybrid UAV to carry out superficial missions of volcanic environments, called URCUNINA-UAV. It should be noted that both aircrafts mentioned above were developed by engineers of the Fundación Universitaria Los Libertadores in cooperation with the São Carlos School of Engineering - University of São Paulo. In addition, Escobar (2011) presented the Navigator X-2 project, whose primary mission is the civilian surveillance of the Colombian territory. This UAV belongs to the Universidad San Buenaventura. Gutiérrez, Hazbón, and Appel (2012) reported several UAVs designed by engineers of the Universidad Ponti-

ficia Bolivariana for operating in the Colombian mountain environment. Finally, Rocha and Solaque (2013) described the conceptual design of a UAV to perform exploration missions in Colombia, which was proposed by the Universidad Militar Nueva Granada.

Considering the designs above, note that important advances can be achieved if science is linked to industry and research programs. For this reason, in this article is proposed a training and project-based pedagogical approach in the aircraft design discipline. Our primary interest is to promote aeronautical engineering to all students who admire the flight of an aircraft and seek to acquire knowledge in this science. This objective was accomplished by proposing a STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) learning strategy using mainly hands-on



activities, which aims to eliminate the classic teaching practices, and demonstrate that students learn best when learning is active, i.e., when they are engaged in hands-on classroom activities, and involved in what they are learning. It should be noted that Bloom's taxonomy was used to structure curriculum learning objectives, assessments, and activities. Thus, the proposed STEM learning strategy involved both free computational tools that provide an interdisciplinary work environment and also simple and inexpensive materials for aircraft manufacturing.

Besides offering an experience closer to professional activity, this teaching-learning process provides an adequate understanding of the involved subjects. The authors implemented the proposed method during the Science Clubs Colombia (Clubes de Ciencia Colombia) week and the positive results inspired to keep it on the curriculum.

After this introduction section concerning the history and the current design trends of the aeronautical sector in Colombia, section "Background" presents the state-of-the-art of current learning strategies

and its application to aerospace engineering problems. Section "Application of STEM Learning Strategy" provides the methodologies used to develop the STEM learning strategy and the hands-on activities. Section "Science club - Aircraft design" presents the application of the STEM learning strategy and the contents of the activities developed in each day of the science club. Section "Results" describe the main results obtained during the execution of the science club - aircraft design. Finally, the section "Conclusions" sums up the main contributions of the article.

BACKGROUND

Usually, understanding how airplanes fly is the childhood desire of most of the aeronautical community. We use that initial motivation to develop a learning strategy based on STEM education for young learners, introducing real-problem design practices, and considering that students have not engineering experience.

STEM education has been evolving from a set of overlapping disciplines to a more joined and interdisciplinary approach (Bybee, 2010a). This new learning methodology includes the teaching of academic concepts through real-world applications and combines formal and informal learning in schools, the community, and the workplace (Bybee, 2010b). In this way, STEM learning seeks to impart skills such as critical thinking and problem solving, along with soft skills such as cooperation and adaptability (Drew, 2011). For this reason, basic STEM concepts are best learned at an early age (in elementary and secondary school) because they are the essential prerequisites to career technical training, to advanced college-level and graduate studies (Trilling and Fadel, 2009; Conley, 1997).

Teaching aerodynamics is an excellent pedagogical opportunity to awaken the reminiscent knowledge that is on the natural curiosity of children. Example of this approach can be seen in many aeronautical and mechanical engineering schools, where teachers motivate students in activities that develop curiosity and creativity such as airplane building competition (Catalano et al., 2012). In fact, there are some frameworks that were the basis

for the development and execution of this educational strategy. For example, Catalano et al. (2012) reported an educational strategy for better prepare newly graduated engineers for the global era. In this article, the authors developed an innovative approach to current engineering education that utilizes traditional design-centric methodologies, adding new disciplines to supplement traditional engineering education. The positive feedback received from the industry, in general, demonstrate that the proposed method enhanced the design capabilities of the engineers that acquired this course. Agrico de Paula et al. (2013; 2015a; 2015b; 2016) reported several study cases about interdisciplinary experiences in aeronautical engineering education. The authors described the interdisciplinary activities as integration processes that engage educators and learners in joint work, i.e. the interaction of school curriculum subjects with each other and with real-world problems, overcome the fragmentation of traditional teaching. For that reason, particular modifications in the curriculum of the aeronautical engineering program of the Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) were adjusted. For example, before 2014, the subjects of metrology and technical drawing were assumed in a traditional teaching way, i.e. without the correlation of both courses and a practical view about the relevance of these courses for future engineers. However, after 2014, the Physics department at ITA developed a new teaching-learning process, connecting several interdisciplinary knowledge through a practical view. As a result, students of the early courses of aeronautical engineering assembled air-mo-

dels successfully, given the great interest of students in aeronautical design. A similar conclusion was presented by Passador et al. (2017), however, as this method has already been applied over the last years at ITA, currently, the project has the direct involvement of teachers of the aforementioned subjects, laboratory technicians and monitors.

Another example concerning going hands-on in STEM issues involved active learning for mechatronics labs (Ramírez-Cadena et al., 2008). In this article, the authors integrated industrial technologies, hands-on activities, and laboratory equipment's to improve communication between teachers and students by developing robots for different applications. As a result, students noticed how to deal with situations that may arise by multidisciplinary working teams to face problems in industrial environments. On the other hand, Alba and Orrego (2013) intended to identify methodological strategies to inspire graduate students to use virtual tools in their professional preparation. After testing many strategies, the authors concluded that educational experiences based on learning by doing practices are the key to the achievement of the proper use of technological tools. Finally, English and King (2015) reported a STEM learning strategy for fourth-grade students' investigations in aerospace. In this article, the authors developed a basic pedagogical strategy involving the design of paper air-models that were constructed, tested and redesigned. The main conclusion from this study was that well-structured engineering experiences provide opportunities for students to engage in the design process of an aerospace problem.



Based on the previous description about educational strategies in an engineering context, it is possible to infer that STEM education at the pre-college levels is obtaining increased international significance. It is evident that the traditional teaching process in engineering has changed. For this reason, the new educational methods based on STEM learning and learning by doing (hands-on), provide a cohesive learning paradigm based on real-world applications. Thus, the key to this STEM learning strategy was to involve several interdisciplinary knowledge through a practical view.

Fundamentals of aircraft design, addressing the principles of aerodynamics and electronics were the primary basis of this science club. Likewise, computational simulations and technical drawing tools were integrated into an interdisciplinary approach to consolidate the knowledge learned during the theoretical foundation. This allowed students to get involved in a purely practical environment, in which students' engagement with each of the framework's design processes revealed problem scoping components in their initial designs and flight tests. As instructors, we are sure that the

dissemination of this material can serve to enrich the educational environment in four specific disciplines: science, technology, engineering, and mathematics. Figure 1 shows the outline of the STEM learning strategy of the proposed exercises. Note that students manufactured and tested an air-model using the knowledge from the theoretical foundation, hands-on practices and the interdisciplinarity between them.

APPLICATION OF STEM LEARNING STRATEGY

Bloom's taxonomy was implemented in order to develop and select the optimal teaching plan of the science club. It includes the recognition of specific facts such as procedural patterns and concepts that serve in the development of intellectual abilities and skills (Ferraz and Belhot, 2010). Currently, teaching has been focused on the lowest levels of education, i.e., those that do not care to reach a significant level of learning, such as listening, memorizing and understanding. However, as move up the hierarchical levels of Bloom's taxonomy, we find goals that are much more meaningful for student learning, such as analyzing, evaluating, and creating. Many of these implicit objectives are related to cognitive aspects of high abstraction, such as STEM classes, where students must learn to think critically as they use science, technology, engineering, and mathematics to solve real-world problems (Drew, 2011).

According to Bybee (2010b), the verbs taken from STEM lesson strategies hint at the possibilities:

- Science - Evolve, recycle, verify, interpret, recognize.
- Technology - Create, build, design, plan.
- Engineering - Construct, simulate, assemble, invent, experiment
- Mathematics - Solve, investigate, prioritize, justify, analyze

As STEM learning comprises activities that involve skills in analysis and synthesis; all learning is hands-on (Christensen, Knezek, and Tyler-Wood, 2015). Therefore, through Bloom's taxonomy, a STEM learning strategy was developed to successfully complete these objectives. In conclusion, Bloom's taxonomy provides students with preparatory learning for the future, which is the primary goal of education. The teaching plan along the 6 days of activities, including our version of Bloom's Taxonomy, selected subjects, cognitive domain, educational strategies, instructional techniques, and classroom tasks is shown in Table 1. This educational strategy is divided into four major modules (see Figure 2), which were developed based on the strategies for effective training and education in information technology (Glennan and Melmed, 1996).

This STEM method applies Active Learning (AL) techniques such as collaborative learning and self-learning. In addition, it uses technological resources to enrich and make more efficient the learning process. AL techniques are widely used in laboratory classes as they enable students to learn by doing (hands-on). In this context, the students are actively working with laboratory equipment and interacting with their classmates. The main idea is that students develop, besides knowledge, abilities such as self-learning, critical thinking, creativity, teamwork, effective communication skills, leadership, among others (Ramírez-Cadena et al., 2008).

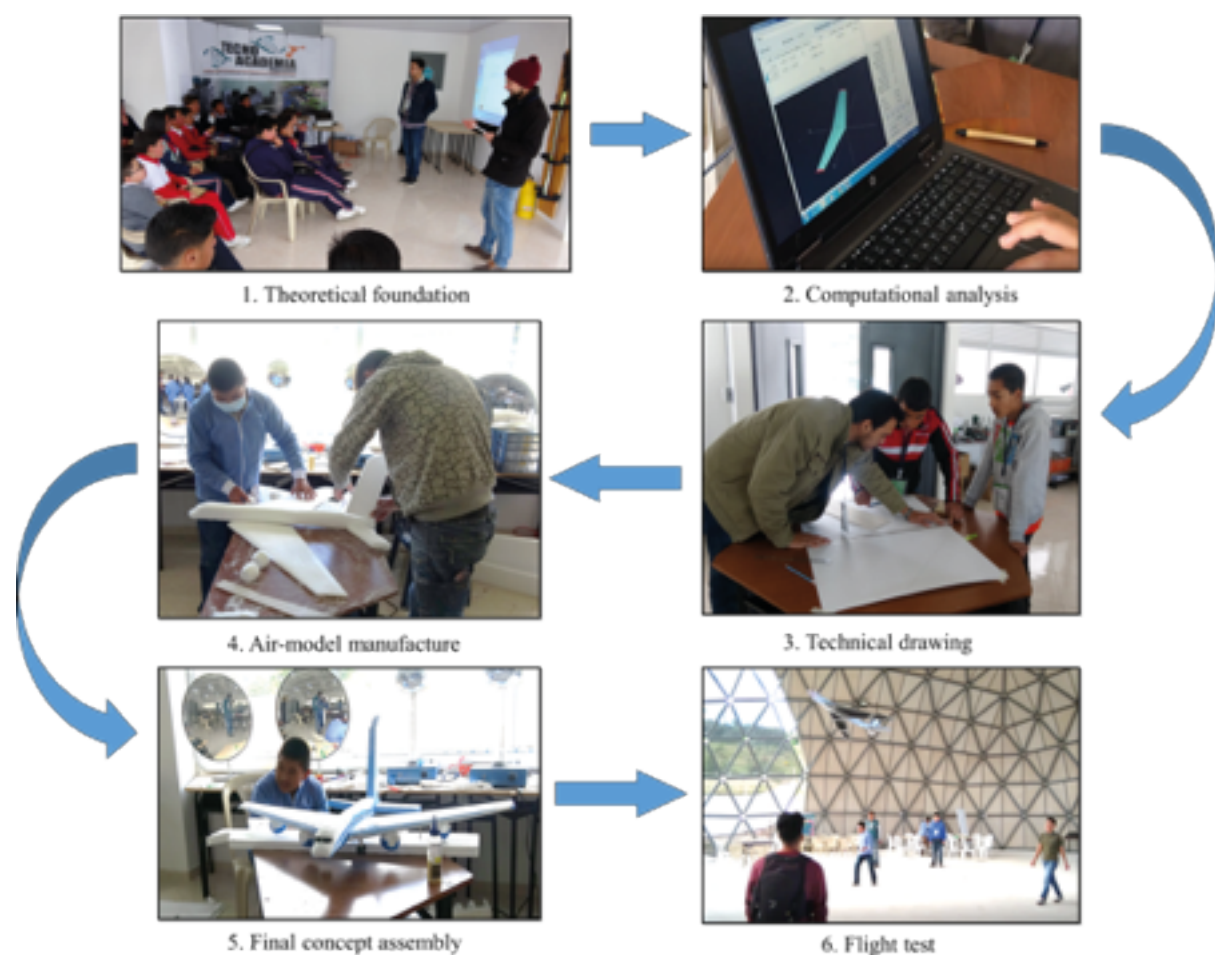


Figure 1. The interdisciplinary framework developed for the science club - aircraft design.

TABLE 1.

Teaching plan of the science club – aircraft design.

DAY	OBJECTIVES	SUBJECT	COGNITIVE DOMAIN	EDUCATIONAL STRATEGY	INSTRUCTIONAL TECHNIQUES	CLASSROOM TASKS
1	Recognize	Scientific method	Understanding	Exploratory	Photos and videos	Discussion
	Interpret	History of aviation	Synthesis	Exploratory	Photos and videos	Discussion
	Interpret	Components and acting forces on an aircraft	Analyzing	Exploratory	Photos and videos	Without task
	Experiment	Bernoulli's principle and Newton's third law	Applying	Support and training	Physics laboratory	Individual task
2	Recognize	Aircraft performance	Understanding	Exploratory	Photos and videos	Without task
	Create	Paper airplanes	Applying	Exploratory	Folding instructions	Individual task
	Simulate	Aircraft aerodynamics using XFLR5 (free software)	Applying	Support and training	Computing laboratory	Laboratory tests
	Design	Air-model three-view design	Applying	Support and training	Technical drawing	Teamwork
3	Interpret	Basic electronic concepts	Understanding	Exploratory	Photos and videos	Without task
	Interpret	Basic navigation light system	Synthesis	Exploratory	Photos and videos	Discussion
	Assemble	Electronic circuit on a breadboard	Applying	Support and training	Electronics laboratory	Teamwork
4	Construct	Hot wire cutter for polystyrene	Applying	Support and training	Electronics laboratory	Teamwork
	Construct	Air-model	Applying	Support and training	Physics laboratory	Teamwork
	Assemble	Navigation light circuit on air-model	Applying	Support and training	Electronics laboratory	Teamwork
5	Verify	Entire assembly of the air-model	Synthesis	Exploratory	Folding instructions	Teamwork
	Plan	Flight test	Assessing	Support and training	Folding instructions	Teamwork
	Analyze	Flight time of the air-model	Assessing	Support and training	Folding instructions	Discussion
	Draft	Poster of the science fair	Applying	Support and training	Folding instructions	Teamwork
6	Exhibit	Main results and experience	Synthesis	Dialogic	Slides	Presentation

Thus, all classroom sessions were designed to let students take control of the equipment, performing activities such as operation, judgment, improvements, and implement real-world projects. As indi-

cated in Fig. 2, we consider the application of STEM knowledge during the design process of the air-models. This framework served as a reference point for developing the classroom activities,

enabling the identification and analysis of the students' developments, particularly concerning their group and class discussions.

PROBLEM DEFINITION.	CONCEPTION OF IDEAS.	DESIGN AND MANUFACTURE.	DESIGN EVALUATION.
<ul style="list-style-type: none"> • Provide specific introductory training. 	<ul style="list-style-type: none"> • Provide experiences and advanced training. 	<ul style="list-style-type: none"> • Air-model development (hands-on activities). 	<ul style="list-style-type: none"> • Meeting design restrictions.
<ul style="list-style-type: none"> • Explain and reaffirm the goal. • Identify design restrictions. • Consider problem feasibility. • Perform experiments. • Establish teamwork. 	<ul style="list-style-type: none"> • Share experiences. • Discuss strategies. • Develop a plan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sketch the initial design. • Performs simulations. • Interpret flight characteristics. • Transform design to air-model. 	<ul style="list-style-type: none"> • Test air-model. • Check design restrictions. • Verify flight quality. • Final flight test.
STEM learning strategy (Science Clubs Colombia – Aircraft design)			

Figure 2. Science club – aircraft design, STEM learning strategy.

Problem definition

During the problem definition, rapid and well-structured classroom sessions were provided by the instructors in order to introduce students to the aeronautical field. As the main goal of the science club – aircraft design, was to design, manufacture and flight test of an air-model, the understanding of aerodynamic concepts such as angle of attack, boundary layer, Reynolds number, stall behavior, tip-vortices and its relation with aerodynamic design, provided students the necessary knowledge to the execution of their activities. It is worth noting that all activities followed the scientific method framework in order to provide students the ability to solve problems, perform experiments, and present results.

Once identified the main objective of the entire course, students recognized the design restrictions/requirements that were given by the instructors. These restrictions included: time of execution, air-model dimensions, quantity and quality of materials, manufacture tools, etc. Thus, students explored, evaluated, and discussed the design constraints. The generation of design ideas that must match design constraints involved students in real engineering situations, allowing them to identify and recognize problems to figure out solutions. Finally, before starting with the air-model design and execution, several individuals and group activities were performed to carry out experiments of the most important subjects presented.

Those activities allowed to identify, among others, how to promote cooperation between team members, and who will assume the leadership of the team.

Conception of ideas

The main objective of the conception of ideas was to enable students to share and formulate thoughts about the possible strategies for designing the air-models. The active participation of the team members was an essential element to develop an in-depth understanding of solution processes and key features. For this reason, as instructors, sharing our own experiences of real problems, challenged students to perform interesting concepts.

Design and manufacture

This process required the development of skills to analyze problems, propose solutions, and prepare a collaborative plan to face real and complex situations. Several hands-on activities to simulate problems during the design of the air-models, such as computational simulations and technical sketches, allowed to improve proactivity and originality. Therefore, the aerodynamic theory provided by the instructors offered freedom to select airfoils, select tail configuration, and design wings. In this way, students interpreted the flight characteristics of their air-models. Through their initial drafts, students created new ideas, developed theoretical STEM knowledge, and transformed their sketches into 3D models.

Design evaluation

As noted in Figure 2, the last stage of this STEM learning strategy intended to achieve the design constraints of the air-model development. During this stage, students applied their STEM knowledge to perform flight tests of their air-models and compete with the designs of their classmates. The students discussed in their groups how and why they could modify both their launch strategy and their designs to win the building/flying competition elaborated by the instructors. During the first flight attempt, the students recorded the flying time, the path in flight, and how the air-models landed. Thus, during the second flight attempt, the students applied their learning about flight forces to improve the flight quality of their air-models. Most students were able to suggest ways to improve their first flight attempt. Their proposed improve-

ments featured a range of changes including altering the gravity center of the plane, adding flaps at the back of the wings, increasing the plane speed, among others. To conclude, final discussions summarized the entire science club, and surveys were performed to know students' opinion about the course.

SCIENCE CLUB - AIRCRAFT DESIGN

Science Clubs Colombia (Clubes de Ciencia Colombia) is a Latin American STEM education initiative whose mission is to expand scientific education to youth and children in Colombia. The initiative born in 2015 with some Ph.D. and Masters Students from Boston, Massachusetts at Harvard University and Massachusetts Institute of Technology MIT who participated in Science Clubs Mexico, and they wanted to expand this idea to Colombia (Mcb, 2016). Science Clubs is a one-week camp conducted by Colombian scientists who are studying or working abroad and want to bring inspiration for young people in Colombia. This idea arose to bring science to rural areas in Colombia, expanding scientific education from cities to rural zones, aiming to inspire the next generation of scientists in the region.

The idea behind to bring the scientists is to involve them into a scientific revolution: make science and technology a priority for people. That is why youth and children are relevant for this ideal. More than 5 years, 6000+ children and young people impacted, more than 600 scientists (national and international) and 300 alliances with national and international institutions are just some numbers inside the initiative (Avendaño-Urbe, 2018).

Thanks to the alliances and cooperative institutions, science clubs developed a short course and content about aerodynamics and aircraft design, in which students design their 3D animation and build their air-model with the instruction of an international and a national scientist. A short 3-week training on pedagogical schemes and approach about how to make a club, allow the instructors to create the course and create a curriculum for each day.

The STEM learning strategy of the science club - aircraft design, involved 20 students from secondary school, where five teams were created. This course was offered at the headquarters of the Tuquerres - Nariño city, specifically in the facilities of the TECNOACADEMIA - SENA. The groups were organized as a typical aerodynamic team in aeronautical industry (Catalano et al., 2012). The entire course was taught in one week, including the science fair where the students presented and explained how their air-models were designed. Each day comprises several subjects that led students to consolidate the following items:

- Consolidate knowledge on the multidisciplinary viewpoint.
- Stimulate creativity.
- Teamwork.
- Learn to learn.

In this context, each day had a mainstream of subjects, being strictly introductory disciplines in the engineering area. The classes were taught using photos and videos as instructional techniques; however, hands-on activities composed most of the classes.

As instructors, we had the objective of preparing the students for expository and laboratory classes. The design process of the air-models was split into five phases (five days), so that each of which is supported by a theoretical explanation in terms of aeronautical and pedagogical approaches:

Day 1 - Introduction to aeronautics

The science club - aircraft design started by recognizing the primary meaning of the scientific method. After this explanation including some examples of aerodynamics, students had the possibility to ask and answer scientific questions by making their own inquiry, and considering the six steps of the scientific method, which are: ask a question, perform a state-of-the-art of similar researches, construct a hypothesis, perform simulations and experiments, analyze data and finally, report the results obtained (Cohen, 2013). Some interesting examples created by the students were: How a wind turbine converts wind energy to electrical energy? Which is the function of the wings on an aircraft? These questions allowed to conclude that students understood the particular concept. In fact, students successfully completed the six steps of the scientific method throughout the science club week, since they acquired knowledge about aeronautics, to develop and show up their own air-models.

Once explained the scientific method, the introductory course of aeronautics took place, starting with a brief discussion about the history of aviation. This subject was crucial because the students learned some specific terms of the aeronautical nomenclature, such as the definition and classification of aircraft. The presentations

included photos and videos about the evolution of the aeronautics. Along the lecture of the history of aviation, students interpreted and knew the layouts of the aerodynamic concepts from the pioneer era, until the current aerospace age (Crouch, 2004). The main conclusion of this session was to clarify that despite the growing problems faced by aviation, future aircraft will offer unique capabilities in terms of speed and payload. Therefore, as long as people have transportation requirements, aviation will always be necessary.

The second subject of this introductory day was the description of the components and acting forces on an aircraft. The explanation of this discipline was perhaps the most challenging part of the science club, due to the vast aeronautical nomenclature involved. However, the use of photos and videos aided on the interpretation of the involved concepts, by making a relation between the parts of the aircraft and their function on the acting flight forces. In sum, the students interpreted the flight of an aircraft in a straight-and-level unaccelerated condition. Figure 3 shows a schematic of the acting forces on an aircraft.

The interpretation of these forces regarding their function and controllability was essential to the progress of the air-models developed by the students. For example, explaining the lift force, some concepts such as the angle of attack, wing surface, relative velocity, lift coefficient, among others, were the basis for understanding that the aircraft wing must generate enough lift to overcome the aircraft weight. The description of the lift force cannot be well understood without the explanation of the drag force. Therefore, some concepts such as wetted area, parasite drag, induced drag, aspect ratio, among others, expanded the information previously provided. Finally, basic concepts about the propulsion system and its relation to the thrust force were provided (Anderson, 2000). The above basic aerodynamic theory gives to the student's freedom to design airfoils, wings, empennage, and fuselage; providing also support to develop analytical thinking. Finally, to conclude the first day of activities, some experiments of the Bernoulli's principle and Newton's third law were carried out to understand how the aircraft forces are generated.

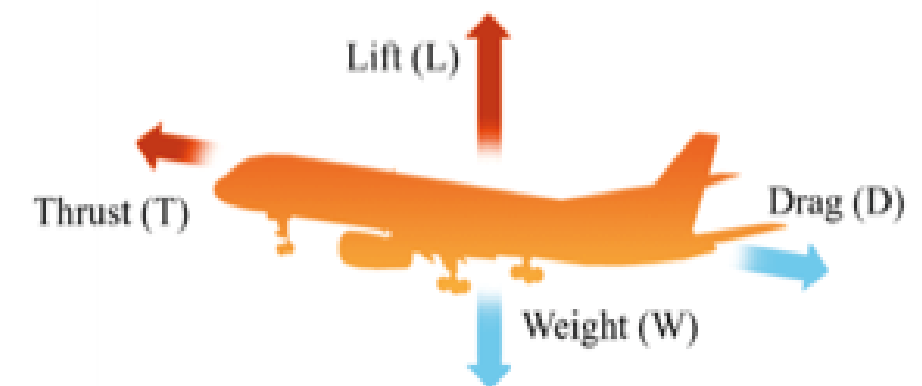


Figure 3. Acting forces on an aircraft. Available from: <https://sites.google.com/site/mrjimismypsciencesite/myp2/physics-2/08-force-diagrams>

Day 2 – Computational model and technical drawing

The second day started with a brief lecture about aircraft performance and dynamic activity to create paper airplanes. A single A4 sheet of paper was used for this purpose. The aim of this step was to reinforce the knowledge learned the previous day. Subsequently, hands-on activities by performing computational modeling were conducted using the XFLR5 free software (Deperrois, 2010). This tool allows simulating the aerodynamic characteristics of several airfoils and 3D configurations using the vortex lattice method. Therefore, students generated and simulated a 3D perspective of their air-models to study the flow patterns around their models. Some aerodynamic characteristics that students could appreciate through this program were: pressure contours, streamlines, lift distribution, wingtip vortices, among others.

Activities started by performing two-dimensional simulations of several airfoils used in aero-modeling activities. Then, as students already know the main flight principles, they selected the best airfoil in terms of aerodynamic efficiency to be used in their wing designs.

The simulation of the aerodynamic environment was essential to learn how to consider direct (aerodynamics) and indirect (weight, loads, structural) variables to make decisions, i.e. simulate, compare and modify several aspects during the design development, such as Reynolds number, angle of attack, flight altitude among others, was relevant to improve proactivity and creativity. Figure 4 shows students creating their own design in the XFLR5 software.



Figure 4. Computational modeling of one of the groups using XFLR5 free software.

To conclude this day, a session of technical drawing was conducted in order to compose drawings that visually communicate how the air-models were constructed. At this point, the classroom was arranged to take place discussions, giving to the student's opportunity to create, encourage team working, and propose design alternatives of the air-models. Some rules of thumb were given by the instructors, such as the size of the horizontal and vertical empennage as a function of both, the wing surface and the distance between the aerodynamic center of the wing, and the aerodynamic center of the horizontal tail. In this way, students sketched the air-model three views to realize specification needs during the build process. Figure 5 shows the beginning of the air-model drawing.



Figure 5. The first step of the technical drawing of the air-models.

Day 3 – Introduction to Electronics

The third day was dedicated exclusively to teach the main basis of electronics, to develop a basic circuit of a light navigation system. To reach this objective, the instructors started to explain the basics of the electricity phenomenon, from the empirical experiments of the Greeks to the latest advances in electronics and its future. Then, more attention was given to the aeronautical field, with the aim of understanding the basic light navigation system of an aircraft. Figure 6 shows the basic scheme of the light navigation system, which indicates the relative position of the aircraft concerning other aircraft and helps to identify the position and direction of flight from the ground perspective.

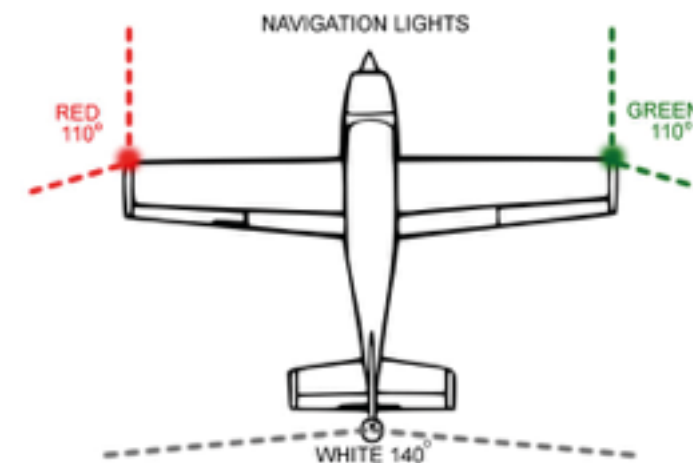


Figure 6. Aircraft position/navigation lights. Available from: <https://learntofly.ca/aircraft-navigation-lights/>

Students received folding instructions to develop the proposed electronic circuit. They could identify and understand the main components of the circuit, its respective function, and connections. In this

way, it was possible to reinforce more theoretical concepts through practice, such as electrical circuit, resistance, conductivity, capacitance, and inductance. Figures 7 and 8 sum up the activities performed

by students. Note that Figure 7 shows the proposed electronic circuit, while Fig. 8 shows its respective scheme of connections.

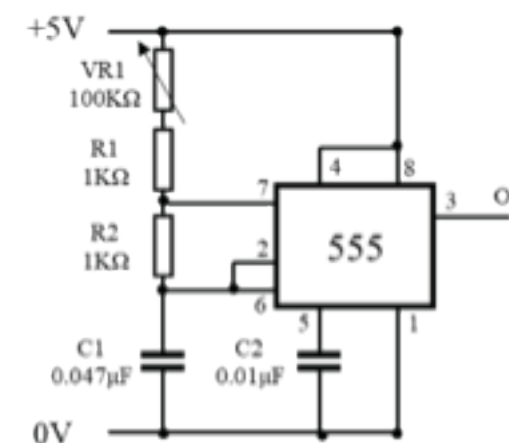


Figure 7. Basic light navigation system – electronic circuit.

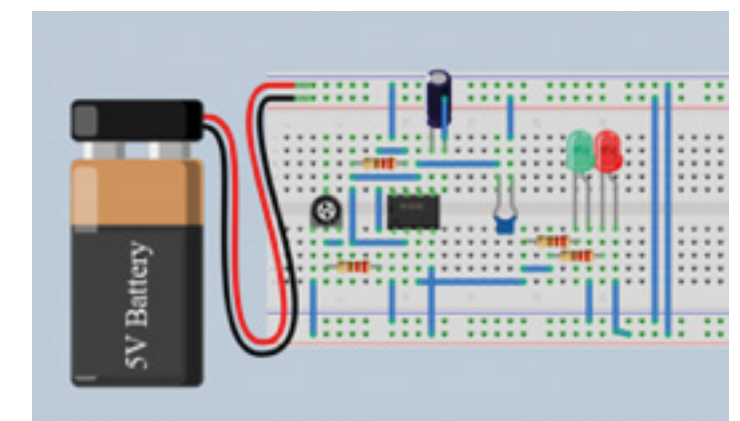


Figure 8. Scheme of connections.

Day 4 – Air-model manufacturing

In this day, students dedicated exclusively to the handcraft air-models manufacturing. The air-models assembly was made in a small physics laboratory, where students had the first real contact with the materials and tools required in the manufacturing process.

Each group used a polystyrene sheet of 1m x 1m x 0.5m for the entire design. First of all, students had to build their hot wire cutter of polystyrene to facilitate the cutting process of the aerodynamic surfaces. As the three views of the air-models were previously drawn on A0 paper sheet, students only had to trace those drawings on

the polystyrene sheets. Also, the selected airfoils by each group were printed on the appropriate scale, to guide the aerodynamic form of the wing. This technique allowed to obtain well-defined aerodynamic shapes.

After the students' work during the manufacturing process of the

air-models, instructors conducted a discussion about the main characteristics of the designed models. This discussion was necessary to reinforce the knowle-

dge learned in the previous days, to aid students to prepare the flight test of their models. Finally, students could paint and name their air-models as a recreational acti-

vity to treasure their effort during the learning process. Figure 9 records the active participation of the students to manufacture their own designs.



Figure 9. Photographic record of all the participating groups of the science club - aircraft design.

Day 5 - Air-model assembly and flight test

When the assembly of all aerodynamic surfaces concluded, the electronic circuit of the light navigation system was mounted on the air-models. Then, the gravity center of each model was verified by the instructors to perform a flight in a unique trim condition, showing the concept of equilibrium in flight dynamics. These flight tests served to apply information at the real situation, relating theory and practice. Make students get involved in a real flight situation allowed them to identify and recognize problems to figure out solutions.

Day 6 - Science Fair

As explained above, students presented their results in a science

fair developed the last day of the science club week. It was an exciting opportunity to share their experiences by describing the compiled data and explaining their main results. The way in which students reported their results were in a printed poster, which was designed by one member of each group. A copy of this poster is showed in Fig. 10. It should be noted that the poster was written in Spanish language.

RESULTS

The learning strategy applied in the science club - aircraft design, provided to students the opportunity to develop some skills that are not practiced in traditional education, mainly due to hands-on activities. During this week, instructors and students realized an improvement

in some skills such as creativity to solve problems and critical thinking to make decisions. The main results of this paper are described as follows:

3D simulation and the goal of building their own aircraft model, allowed students to get involved in more physics and academic content that help them to understand principles and concepts about aerodynamics.

One-week intensive inspirational classes followed by a showcase in a science fair for the rural community, motivated children to work hard and constant for obtaining results about their models and creations.



Figure 10. Poster created by the students of the science club - aircraft design.

The 80% hands-on experience combined with 20% theoretical content, showed up the inspiration of children from the beginning, which is the main objective of the Science Club Colombia program. The first flight attempt of the air-models showed problems concerning flight stability. However, we realized that students applied their knowledge about mathematics and science to improve the flight quality of the first flight attempt. New calculations of the gravity center position, wing surface increase by adding flaps, speed increase, modifications of the tail position are just some of the modifications performed by the students.

Students by themselves noted that some air-models had difficulties in performing a straight and level flight. However, after several attempts, air-models registered an average time of 15 seconds in flight, reaching a distance of approximately 28 meters. These values represent very satisfactory results due to the intensity of the course and the short time of instruction.

At the end of the week, the camp became a unique experience for both groups: children and scientists. Everybody in the small town talked about science and technology. Children were inspired by the hands-on experience to think about a possible future STEM career. It is important to highlight that two girls attended the science club, and one of them would like to continue an aeronautical career, as a possible professional opportunity for women in this industry.

Scientists were inspired by the experience of sharing their knowledge and build together the course because they learned about how to teach some high-le-

vel concepts in aerodynamics and how to explain it to children who need it for their next step: building a handcraft air-model. It is worth clarifying that the instructors obtained the best qualification from the students in relation to the teaching techniques used.

The rural community became inspired by the entire experience



Figure 11. Complete group of students who participated in the science club – aircraft design (showing up their air-models).

CONCLUSIONS

This paper describes a STEM learning strategy in aeronautical education, which was developed for the participant students of the science club 2018 in Tuquerres – Nariño. The main objective of this science club was to expand access to high-quality science education in aeronautical engineering, inspiring and mentoring the future generation of scientists through

because it was the first time in Tuquerres, Nariño – Colombia that aeronautical and electronic engineers came to visit and explore the potential of this technology in this town with the children.

To conclude, Figure 11 shows all the participants of the science club – aircraft design, including the five air-models designed.

international scientific networks. Our study has provided an example of how young students can participate in processes of engineering design and apply interdisciplinary knowledge to solve interesting problems. Based on this research, the following conclusions and limitations are drawn:

Throughout this article, authors highlighted the importance of teaching engineering using inter-

disciplinary approaches that establish relations among several disciplines, which is appropriate in the aeronautical engineering context. In this sense, it is clear that the proposed methodology was indispensable to consolidate the presented concepts.

Despite the short time of the course, intensive and hands-on experiences browsed into aeronautical principles to consolidate and build in three days a handcraft air-model. Also, the use of free software tools, with user-friendly interfaces, helped students to develop some skills like creation and teamwork.

This study was confined to classrooms in just one consolidated group. Therefore, it is necessary to implement this science club in other groups, to take this paper as a reference, and then, to compare students' behavior and acceptability concerning the course.

It is essential to continue with the learning process after the science club – aircraft design to encourage students to continue research in science and engineering. In this case, the existence of research, support, and technological management instruments, committed to the permanent generation of knowledge, may create culture training and aeronautical know-how.

It is expected that the dissemination of this material will contribute not only to the Colombian aeronautical community but also to all teachers who teach science during the first years of the school.

Finally, an in-deep knowledge about aircraft design could be implemented, aiming to expand this course to the first semesters

of the aeronautical engineering career, giving to students and teachers both, a research perspective of the aeronautical field and support for new research proposals and cooperation frameworks between government entities and universities.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors express their gratitude to the program Science Clubs Colombia (Clubes de Ciencia Colombia), Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, and the national department of science, technology, and Innovation of Colombia – COLCIENCIAS for the financial support. We would like to thank the TECNOACADEMIAS SENA from Tuquerres – Nariño for the workspace offered and the quality of the staff. We are also grateful to ARUKAY for their logistics and Paola Andrea Ayala-Burbano for the support during the revision process. Finally, we want to thank the 20 students who participated in this course, for their effort and desire to learn, and for giving us one of the most significant experiences of our lives.

REFERENCES

Abdalla, A. M. & Catalano, F. M. (2013). The Influence of Demoiselle Aircraft on Light and General Aviation Design. *Journal of Mechanics Engineering and Automation*, 3(4), 238-246. Available from: <http://www.gutolacaz.com.br/2014/setembro/grandes/s=d%20N%C2%BA%2020/Artigo%20Santos%20Dumont.pdf>

Aeronaves no Tripuladas. (2019). UAV Quimbaya – CIAC S.A. Available from <https://www.ciac.gov.co/>

productos-y-servicios/aeronaves-no-tripuladas/ [Accessed 1 February 2019]

Aeronaves tripuladas. (2019). CALIMA T-90 and Planeador Urubú S-17 – CIAC S.A. Available from <https://www.ciac.gov.co/productos-y-servicios/aeronaves-tripuladas/> [Accessed 13 February 2019]

Agrico de Paula, A. (2013). A Case Study in Aeronautical Engineering Education. *In 4th CEAS Air & Space Conference*.

Agrico de Paula, A. (2015a). A interdisciplinaridade em cursos de Engenharia: um relato dessa experiência numa disciplina de laboratório de física. *In X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC*.

Agrico de Paula, A., Morales, M., Carvalho, F., Germano, J., & Passador, F. (2015b). A

Agrico de Paula, A., & Gil Annes da Silva, R. (2016). Abordagem pedagógica baseada em problemas e projetos na disciplina de projeto aerodinâmico da pós-graduação do instituto tecnológico de aeronáutica (ITA). *In XLIV Congresso Brasileiro de Educação Em Engenharia*.

Alba, M., & Orrego, C. (2013). Aprender haciendo en la virtualidad. *Ciencia y Poder Aéreo*, 8(1), 108-115. Available from: <https://www.publicacionesfac.com/index.php/cienciaypoderareo/article/view/14>

- Anderson, J. D. (2000). *Introduction to Flight* (Mcgraw-Hill Series in Aeronautical and Aerospace Engineering).
- Avendaño-Uribe, B.E. (2018). A child, a scientist, a gown, and a test tube can change the world. *Pesquisa Magazine: journal of scientific and technology divulgation*. Pontificia Universidad Javeriana. October, Bogotá-Colombia. Available from: <https://www.javeriana.edu.co/pesquisa/un-nino-un-cientifico-unabata-y-un-tubo-de-ensayo-pueden-cambiar-al-mundo/> [Accessed 16 February 2019].
- Bernardes, R. (2000). Embraer: elos entre Estado e mercado. *Editora Hucitec*.
- Betancourth, N. J. P., Villamarin, J. E. P., Rios, J. J. V., Bravo-Mosquera, P. D., & Cerón-Muñoz, H. D. (2016). Design and Manufacture of a Solar-Powered Unmanned Aerial Vehicle for Civilian Surveillance Missions. *Journal of Aerospace Technology and Management*, 8(4), 385-396. Available from: <http://www.jatm.com.br/ojs/index.php/jatm/article/view/678>
- Bravo-Mosquera, P. D., Bote-ro-Bolivar, L., Acevedo-Giraldo, D., & Cerón-Muñoz, H. D. (2017). Aerodynamic design analysis of a UAV for superficial research of volcanic environments. *Aerospace Science and Technology*, 70, 600-614. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1270963817302870>
- Bybee, R. W. (2010a). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30.
- Bybee, R. W. (2010b). What is STEM education? *Science*, Vol. 329, Issue 5995, pp. 996 DOI: 10.1126/science.1194998
- Catalano, F. M. (2018). Brazilian aviation history: the university of São Paulo case. In *31st Congress of the International Council of the Aeronautical Sciences* (p. 0601). Available from: http://icas.org/ICAS_ARCHIVE/ICAS2018/data/preview/ICAS2018_0601.htm
- Catalano, F. M., Abdalla, A. M., & Delicato Filho, F. L. (2012). What is Missing for Traditional Design-Centric Engineering Education to Better Prepare Newly Graduated Engineers for the Global Era? *International Journal of Engineering Education*, 28(4), 852-858. Available from: <https://www.ijee.ie/contents/c280412.html>
- Catalano, F. M. & Carmo, M. (2013). The scientific and technological projects developed between University of São Paulo and Embraer and its impact on engineering education. *International Journal of Engineering Education*, 29, 1322-1330.
- Christensen, R., Knezek, G., & Tyler-Wood, T. (2015). Alignment of hands-on STEM engagement activities with positive STEM dispositions in secondary school students. *Journal of Science Education and Technology*, 24(6), 898-909.
- Cohen, M. F. (2013). *An introduction to logic and scientific method*. Read Books Ltd.
- Conley, D. T. (1997). *Roadmap to restructuring: Charting the course of change in American education*. Eugene, OR: ERIC Clearinghouse on Educational Management, College of Education, University of Oregon.
- Corradine, J. E. (1980). Historia del desarrollo empresarial en el sector de la aviación comercial en Colombia. [Tesis doctoral] Uniandes.
- Crouch, T. D. (2004). *Wings: a history of aviation from kites to the space age*. WW Norton & Company.
- Deperrois, A. (2010). *XFLR5 Analysis of foils and wings operating at low reynolds numbers, 2009*. Available from: <http://xflr5.sourceforge.net/xflr5.htm> [Accessed 13 February 2019].
- Dinero. (2000). *Dos histórias de alas*. Available from <https://www.dinero.com/edicion-impresa/management/articulo/dos-historias-alas/10009> [Accessed 15 January 2019]
- Drew, D. E. (2011). *STEM the tide: Reforming science, technology, engineering, and math education in America*. JHU Press.
- English, L. D., & King, D. T. (2015). STEM learning through engineering design: fourth- grade students' investigations in aerospace. *International Journal of STEM Education*, 2(1), 14.
- Escobar, J. (2011). *Design and Development of First Colombian Short-Range Unmanned Aerial Vehicle for Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance*. AUVSI, 2019.
- Ferraz, A. P. C. M., & Belhot, R. V. (2010). Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. *Gest. Prod., São Carlos*, 17(2), 421-431.
- Forjaz, M. C. S. (2005). The origins of Embraer. *Tempo Social*, 17(1), 281-298.
- Glennan, T. K., & Melmed, A. (1996). Fostering the use of educational technology: Elements of a national strategy. *National Book Network*, 4720 Boston Way, Lanham, MD 20706.
- Gutiérrez, L. B., Hazbón, O., & Appel, B. (2012). UAS design requirements for operation in Colombian mountain environments. In *28th Congress of the International Council of the Aeronautical Sciences (ICAS2012-1.8.ST)*. Available from: http://www.icas.org/ICAS_ARCHIVE/ICAS2012/ABSTRACTS/595.HTM
- Guzmán, M. M. (2006). Educación, ciencia y tecnología la oportunidad del desarrollo seguro logístico de la Fuerza Aérea. *Ciencia y Poder Aéreo*, 1(1), 13-14. Available from: <https://www.publicacionesfac.com/index.php/cienciaypoderareo/article/view/90>
- Ibrahim, K. & Mohnot, A. (2006). Selecting principal parameters of baseline design configuration for light general aviation aircraft. In *24th AIAA Applied Aerodynamics Conference* (p. 3316). Available from: <https://arc.aiaa.org/doi/10.2514/6.2006-3316>
- León, K. (2011). Historia de la aviación en Colombia: 1911-1950. *Credencial Historia*, 264.
- Mcb. (2016). *Graduate student initiatives: Science Club Latin America*. Harvard University. Available from <https://www.mcb.harvard.edu/education/graduate-student-initiatives-science-club-latin-america/> [Accessed 6 February 2019]
- Multidisciplinary and Practical View in Aeronautical Engineering Education. In *5th CEAS Air & Space Conference* (p. 163).
- Passador, F., Gomes, J., A. de Paula, A., Carvalho, F., Morales, M., & Germano, J. (2017). *Experiência interdisciplinar nas engenharias aeronáuticas: uma proposta para o aprender fazendo*. In *Cobenge 2017- Inovação no Ensino/ Aprendizagem em Engenharia*.
- Ramírez-Cadena, M., Vargas-Rodríguez, R., Morales-Menéndez, R., & Guedea, F. (2008, January). Educational strategy based on active learning for mechatronics labs. In *Proc. of the 17th IFAC World Congress* (pp. 851-856).
- Rocha, M. A., & Solaque, L. E. (2013). Concept design for an unmanned aerial vehicle that will perform exploration missions in Colombia. *IFAC Proceedings Volumes*, 46(30), 193-197.
- Suzigan W. & Da Motta, E. (2011). The underestimated role of universities for the Brazilian System of innovation. *Brazilian Journal of Political Economy*, 31(1), 03-30.
- Tomio, D., & Hermann, A. P. (2019). Mapeamento dos Clubes de Ciências da América Latina e Construção do Site da Rede Internacional de Clubes de Ciências. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências* (Belo Horizonte), 21.
- Torenbeek, E. & Wittenberg, H. (2009). *History of aviation. Flight Physics: Essentials of Aeronautical Disciplines and Technology*, with Historical Notes, 1-46.
- Trilling, Bernie & Fadel, Charles. (2009). *21st Century skills. Learning for life in our times*. Jossey-Bass. Wiley Imprint. Wiley & Sons, Inc. San Francisco, USA, 69.
- UAV Coelum. (2019). *UAV COELUM - CIAC S.A*. Available from <https://www.ciac.gov.co/productos-y-servicios/diseño-y-desarrollo/uav-coelum/> [Accessed 1 February 2019]

Technology and Innovation

Ingrid Tatiana Sierra Giraldo
Unidad Administrativa Especial
de Aeronáutica Civil

Edgar Leonardo Gómez Gómez
Centro de Estudios
Aeronáuticos CEA

Jonathan Fernando Varón Castro
Centro de Estudios
Aeronáuticos CEA

Study for the Implementation of an Aeronautical Meteorological Laboratory with Reincorporated Equipment as a Practical Teaching Tool*

CIENCIA Y PODER AÉREO

ISSN 1909-7050 / E-ISSN 2389-2468 / Volumen 14 (1)
Enero-Junio de 2019/ Colombia/ Pp. 228-249

OPEN ACCESS

Citación: Sierra, I., Gómez, E., Varón, J., (2019). Estudio para la implementación de un laboratorio de meteorología aeronáutica con equipos reincorporados como herramienta de enseñanza práctica.

Ciencia y Poder Aéreo, 14 (1), 228-249. Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.630>

Ingrid Tatiana Sierra Giraldo

Ingeniera Mecatrónica egresada de la Universidad Autónoma de Occidente, Magister en Ciencias Meteorológicas de la Universidad Nacional de Colombia. Coordinadora y docente del área de capacitación en Meteorología e investigadora del Grupo de Investigación Académica del Centro de Estudios Aeronáuticos CEA e integrante del Grupo de Investigación "Tiempo Clima y Sociedad" de la Universidad Nacional de Colombia. Miembro del Grupo operativo en Meteorología Aeronáutica de la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, licencia aeronáutica OEA - 230. Autor principal del artículo. Ingrid.sierra@aerocivil.gov.co
CvLAC: https://scienti.colciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001396265

Edgar Leonardo Gómez Gómez

Ingeniero Electrónico, Especialista en Gerencia de Proyectos en Ingeniería, Magister en Ingeniería de Telecomunicaciones de la Universidad Nacional de Colombia con mención de honor meritoria de tesis. Licencia de Ingeniero Especialista Aeronáutico. Actualmente es el Coordinador del Grupo de Investigación Académica del Centro de Estudios Aeronáuticos CEA y punto focal del programa Trainair Plus del CEA ante la Organización de Aviación Civil Internacional OACI. Coautor del artículo. edgar.gomez@aerocivil.gov.co
CvLAC: http://scienti.colciencias.gov.co:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001458325

Jonathan Fernando Varón Castro

Ingeniero Mecatrónico egresado de la Universidad Piloto de Colombia. Coautor del artículo. jvcutilidades@hotmail.com
CvLAC: https://scienti.colciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000139244

Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.630>

ABSTRACT

This article presents the results of a research project whose objective is to evaluate the implementation of a meteorological laboratory with reused equipment in the facilities of the Center for Aeronautical Studies (CEA, by Its Spanish Acronym), in order to use it as a tool that reinforces the learning process of students who take academic programs related to meteorological topics. This is possible through the teaching experience offered by a workstation implemented with reincorporated

equipment, that simulates the real working conditions of a weather station operator, which will collect meteorological data in real-time through a network of specialized sensors, that in this case are also reused. As a development methodology, the operating conditions of all equipment deactivated in different locations throughout the country and in the old National Analysis and Forecast Center are evaluated, due to the transfer of this service to the Center for Aeronautical Management of Colombia

(CGAC, by Its Spanish Acronym). The possibility of locating them in CEA's physical facilities is analyzed, thus obtaining the data that indicate the viability of implementing this laboratory, laying the bases for its development. It is expected that this laboratory will significantly benefit the training processes of personnel who provide Air Navigation Services, thus contributing to the fulfillment of the functions of the CEA and therefore, the personnel who are trained there and its institutions.

KEY WORDS:

Aeronautical Education, Weather Station, Laboratory, Aeronautical Meteorology, Weather Sensors, Air Navigation Services.

* Article of reflection taken from the research project: "Design of an aeronautical meteorological laboratory adapted with re-incorporable Civil Aeronautics equipment for academic and research purposes". Attached to the Aeronautical Research Group with code 1046411-B of the Center for Aeronautical Studies (CEA, by its Spanish acronym) and the Special Administrative Unit of Civil Aeronautics.

Tecnología e Inovação

Ingrid Tatiana Sierra Giraldo
Unidad Administrativa Especial
de Aeronáutica Civil

Edgar Leonardo Gómez Gómez
Centro de Estudios
Aeronáuticos CEA

Jonathan Fernando Varón Castro
Centro de Estudios
Aeronáuticos CEA

Estudo para implantação de um laboratório de meteorologia aeronáutica com equipamentos reincorporados como ferramenta prática de ensino*

CIENCIA Y PODER AÉREO

ISSN 1909-7050 / E- ISSN 2389-2468 / Volumen 14 (1)
Enero-Junio de 2019/ Colombia/ Pp. 228-249

OPEN ACCESS

Citación: Sierra, I., Gómez, E., Varón, J., (2019). Estudio para la implementación de un laboratorio de meteorología aeronáutica con equipos reincorporados como herramienta de enseñanza práctica.

Ciencia y Poder Aéreo, 14 (1), 228-249. Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.630>

Ingrid Tatiana Sierra Giraldo

Ingeniera Mecatrónica egresada de la Universidad Autónoma de Occidente, Magister en Ciencias Meteorológicas de la Universidad Nacional de Colombia. Coordinadora y docente del área de capacitación en Meteorología e investigadora del Grupo de Investigación Académica del Centro de Estudios Aeronáuticos CEA e integrante del Grupo de Investigación "Tiempo Clima y Sociedad" de la Universidad Nacional de Colombia. Miembro del Grupo operativo en Meteorología Aeronáutica de la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, licencia aeronáutica OEA - 230. Autor principal del artículo. Ingrid.sierra@aerocivil.gov.co
CvLAC: https://scienti.colciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001396265

Edgar Leonardo Gómez Gómez

Ingeniero Electrónico, Especialista en Gerencia de Proyectos en Ingeniería, Magister en Ingeniería de Telecomunicaciones de la Universidad Nacional de Colombia con mención de honor meritoria de tesis. Licencia de Ingeniero Especialista Aeronáutico. Actualmente es el Coordinador del Grupo de Investigación Académica del Centro de Estudios Aeronáuticos CEA y punto focal del programa Trainair Plus del CEA ante la Organización de Aviación Civil Internacional OACI. Coautor del artículo. edgar.gomez@aerocivil.gov.co
CvLAC: http://scienti.colciencias.gov.co:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001458325

Jonathan Fernando Varón Castro

Ingeniero Mecatrónico egresado de la Universidad Piloto de Colombia. Coautor del artículo. jvcutilidades@hotmail.com
CvLAC: https://scienti.colciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000139244

Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.630>

* Artigo de reflexão derivado do projeto de pesquisa: "Projeto de um laboratório meteorológico aeronáutico adaptado com equipamento reincorporável da Aerocivil para fins acadêmicos e de pesquisa". Associado ao Grupo de Pesquisa Aeronáutica com o código 1046411-B do Centro de Estudios Aeronáuticos CEA e à Unidade Administrativa Especial de Aeronáutica Civil

RESUMO

Este artigo apresenta os resultados de um projeto de pesquisa cujo objetivo é avaliar a possibilidade de implementação de um laboratório meteorológico utilizando equipamentos reutilizados. Isso para usá-lo como uma ferramenta educacional para estudantes de meteorologia no Centro de Estudios Aeronáuticos CEA. Isso é possível através da experiência didática, que pode oferecer uma estação de trabalho implementada com equipamentos reincorporados que conseguem simular as

condições reais de trabalho de um operador de estação meteorológica, que vai coletar dados meteorológicos em tempo real através de uma rede de sensores especializados, que, neste caso, são também reutilizados. Como metodologia de desenvolvimento, são avaliadas as condições operativas dos equipamentos descarregados de diferentes localidades do país além do antigo Centro Nacional de Análise e Previsão da Aeronáutica Civil. é estudada la possibilidade de envia os para o local físico do

CEA obtendo-se os dados para a implementação deste laboratório, iniciando assim as bases para seu desenvolvimento. Espera-se que a implementação deste laboratório beneficie enormemente os processos de treinamento do pessoal que da os serviços para a área de Navegação Aérea, entre outros, contribuindo assim para o cumprimento das funções do CEA e então do pessoal treinado e de suas instituições.

PALAVRAS-CHAVE:

educação aeronáutica, estação meteorológica, laboratório, meteorologia aeronáutica, sensores meteorológicos serviços de navegação aérea.

Sección Tecnología e Innovación

Ingrid Tatiana Sierra Giraldo
Unidad Administrativa Especial
de Aeronáutica Civil

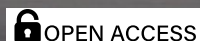
Edgar Leonardo Gómez Gómez
Centro de Estudios
Aeronáuticos CEA

Jonathan Fernando Varón Castro
Centro de Estudios
Aeronáuticos CEA

Estudio para la implementación de un laboratorio de meteorología aeronáutica con equipos reincorporados como herramienta de enseñanza práctica*

CIENCIA Y PODER AÉREO

ISSN 1909-7050 / E-ISSN 2389-2468 / Volumen 14 (1)
Enero-Junio de 2019/ Colombia/ Pp. 228-249



Citación: Sierra, I., Gómez, E., Varón, J., (2019). Estudio para la implementación de un laboratorio de meteorología aeronáutica con equipos reincorporados como herramienta de enseñanza práctica.

Ciencia y Poder Aéreo, 14 (1), 228-249. Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.630>

Ingrid Tatiana Sierra Giraldo

Ingeniera Mecatrónica egresada de la Universidad Autónoma de Occidente, Magister en Ciencias Meteorológicas de la Universidad Nacional de Colombia. Coordinadora y docente del área de capacitación en Meteorología e investigadora del Grupo de Investigación Académica del Centro de Estudios Aeronáuticos CEA e integrante del Grupo de Investigación "Tiempo Clima y Sociedad" de la Universidad Nacional de Colombia. Miembro del Grupo operativo en Meteorología Aeronáutica de la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, licencia aeronáutica OEA - 230. Autor principal del artículo. Ingrid.sierra@aerocivil.gov.co
CvLAC: https://scienti.colciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001396265

Edgar Leonardo Gómez Gómez

Ingeniero Electrónico, Especialista en Gerencia de Proyectos en Ingeniería, Magister en Ingeniería de Telecomunicaciones de la Universidad Nacional de Colombia con mención de honor meritoria de tesis. Licencia de Ingeniero Especialista Aeronáutico. Actualmente es el Coordinador del Grupo de Investigación Académica del Centro de Estudios Aeronáuticos CEA y punto focal del programa Trainair Plus del CEA ante la Organización de Aviación Civil Internacional OACI. Coautor del artículo. edgar.gomez@aerocivil.gov.co
CvLAC: http://scienti.colciencias.gov.co:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001458325

Jonathan Fernando Varón Castro

Ingeniero Mecatrónico egresado de la Universidad Piloto de Colombia. Coautor del artículo. jvcutilidades@hotmail.com
CvLAC: https://scienti.colciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000139244

Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.630>

* Artículo de reflexión derivado del proyecto de investigación: "Diseño de un laboratorio meteorológico aeronáutico adaptado con equipos reincorporables de la Aerocivil para fines académicos y de investigación". Adscrito al Grupo de Investigación Aeronáutica con el código 1046411-B del Centro de Estudios Aeronáuticos CEA y la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil.

RESUMEN

Este artículo presenta los resultados de un proyecto de investigación cuyo objetivo es evaluar la viabilidad de implementar un laboratorio meteorológico con equipos reutilizados, en las instalaciones del Centro de Estudios Aeronáuticos (CEA), con el fin de utilizarlo como herramienta que refuerza el proceso de aprendizaje de los estudiantes que cursan programas académicos que involucran temáticas meteorológicas. Esto se puede lograr por medio de la experiencia didáctica que puede ofrecer una estación de trabajo implementada con equipos

reincorporados, que son capaces de simular las condiciones reales de trabajo de un operador de estación meteorológica, la cual recopilará datos meteorológicos en tiempo real a través de una red de sensores especializados que en este caso también son reutilizados. Como metodología de desarrollo se evalúan las condiciones operativas de todos los equipos dados de baja en diferentes locaciones a lo largo del país, y en el antiguo Centro Nacional de Análisis y Pronóstico de la Aeronáutica Civil, debido a la migración de este servicio al Centro de Gestión Aero-

náutico de Colombia (CGAC). Se estudia la viabilidad de emplazarlos en las instalaciones físicas del CEA, obteniendo así los datos que nos indican la viabilidad de implementar este laboratorio, sentando las bases para su desarrollo. Se espera que la implementación de este laboratorio beneficie enormemente los procesos de capacitación del personal que brinda los Servicios a la Navegación Aérea entre otros, aportando así al cumplimiento de las funciones del CEA y por ende del personal que allí es capacitado y sus instituciones.

PALABRAS CLAVE:

educación aeronáutica, estación meteorológica, laboratorio, meteorología aeronáutica, sensores meteorológicos, servicios a la navegación aérea.



Los textos publicados en esta revista están sujetos –si no se indica lo contrario– a una licencia de Reconocimiento 4.0 Internacional de Creative Commons. La licencia completa se puede consultar en https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es_ES.

Aprobado evaluador interno: 11/09/2019
Aprobado evaluadores externos: 16/09/2019

INTRODUCCIÓN

La Aerocivil, es el organismo estatal en Colombia delegado del control y regulación de la aviación civil [1], y tiene entre sus objetivos “mejorar los niveles de seguridad operacional del transporte aéreo” y “mejorar la facilitación y la seguridad de la aviación civil”. El Centro de Estudios Aeronáuticos CEA capacita al personal de la Aerocivil y sus entidades aliadas dentro del sector del transporte aéreo, como la Fuerza Aérea Colombiana. Tiene la clara e importante tarea de establecer los mecanismos que permitan la formación del personal que presta los servicios a la navegación aérea en Colombia, dentro de los cuales están aquellas personas que prestan el servicio de Meteorología.

La Aerocivil como autoridad representativa del Estado, se acoge al cumplimiento de la Política Nacional Colombiana de producción más limpia “PML1997” y por ende el CEA, debe ejercer acciones entre las cuales están: 1) prevenir y minimizar la generación de contaminantes; 2) prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos ambientales sobre la población y los ecosistemas; 3) minimizar el consumo de recursos naturales y materias primas.

Teniendo en cuenta lo anterior, se planteó el proyecto presentado en este artículo, el cual tiene como fundamento que el hacer uso de un recurso durante la totalidad de su “tiempo de utilidad o vida útil” es fundamental para la minimización de desechos, y a su vez reduce significativamente los impactos

medioambientales sobre la población y ecosistemas. Se plantea entonces, reutilizar dispositivos especializados en la toma de parámetros meteorológicos, que se encuentran en diversos aeropuertos del país y los cuales están en estado “dados de baja”, en la mayoría de los casos porque fueron reemplazados por nuevas tecnologías. Lo anterior, para apoyar la función del CEA de capacitar al personal que presta el Servicio de Meteorología Aeronáutica y a su vez reducir la producción de desechos en la Entidad.

Como método se investigó el inventario de equipos asociados a la prestación del servicio de Meteorología Aeronáutica en el país, y se identificaron aquellos que habían sido dados de baja. Luego se determinó cuáles de ellos podrían ser útiles para la implementación de un laboratorio de meteorología en el CEA y sus características técnicas de operación. Con base en este análisis se procedió a hacer el diseño del laboratorio.

La estructura de este documento comienza presentando las condiciones generales de la capacitación en Meteorología Aeronáutica en el CEA, luego el proceso de selección, análisis y evaluación técnica realizada a los equipos dados de baja en el país que podían ser usados para el laboratorio de meteorología, y finalmente el estudio para su utilización y los avances que se tienen como parte de la implementación de este laboratorio.



CAPACITACIÓN EN METEOROLOGÍA AERONÁUTICA EN EL CEA

Como se mencionó anteriormente, el Centro de Estudios Aeronáuticos capacita entre otros, al personal tanto civil como militar que presta los servicios a la navegación aérea en Colombia. Esta capacitación incluye los Servicios de Tránsito Aéreo (ATS), el Servicio de Gestión de la Información Aeronáutica (AIM), el Servicio de Búsqueda y Rescate (SAR), el Servicio de Comunicaciones, Navegación y Vigilancia (CNS) y el Servicio de Meteorología Aeronáutica (MET). En la Tabla 1 se presentan los cursos incluidos en el Plan Institucional de Capacitación (PIC) coordinados por el área de Meteorología Aeronáutica, y cursos de otras áreas en los que se incluye transversalmente la temática de meteorología. La información de la tabla 1, permite ver el impacto de un laboratorio de meteorología en la capacitación institucional, puesto que es una herramienta útil para los estudiantes de todos estos programas [3].

TABLA 1.

Programas académicos que involucran meteorología CEA

Área de formación	Programa académico	Área de formación	Programa académico
MET	Curso de actualización en meteorología de aeródromo.	Área AIM	Curso básico operador de estación aeronáutica AIS/COM/MET.
	Curso meteorólogo aeronáutico intermedio.		Recurrente básico operador estación aeronáutica AIS/COM/MET.
	Instructor, entrenador y evaluador en el puesto de trabajo - Meteorología "IEEPT MET".	Área ATSEP	Familiarización con los servicios a la navegación aérea.
	Diplomado en análisis y productos meteorológicos de aeródromo.	Área de Inglés	Curso de traducción AIS COM MET.
	Teledetección aplicada a la meteorología aeronáutica.	Área TIC	Seminario de formación para orientadores escolares en tecnologías de la información.
	Curso básico de Meteorología Aeronáutica.	Seguridad Operacional	Sistemas de gestión de seguridad operacional SMS. Curso investigación de accidentes.
	Curso fundamentación en meteorología aeronáutica.	Operaciones Aeroportuarias	Coordinador y/o supervisor de gestión ambiental.
	Curso técnico Meteorología SENA.	Proyección Social	Sensibilización en formación seguridad operacional para comunidad de El Dorado.
	Curso pronosticador MET.	Áreas ATS	Curso recurrente control de aeródromo.
			Curso recurrente radar semipresencial.



Figura 1. Impartición de curso en el CEA. imagen propiedad del Centro de Estudios Aeronáuticos [4].

Por tanto, se determina que el laboratorio de Meteorología se articula con la capacitación impartida en el CEA. Actualmente, estos cursos son impartidos en las aulas designadas para este propósito ubicadas en las instalaciones principales en forma presencial, y en la mayoría de casos de manera teórico - práctica, haciendo uso de las instalaciones de las áreas operativas de la Aero-civil. El hecho de tener que usar las instalaciones operativas para la capacitación, limita el tiempo y el alcance de la capacitación práctica, puesto que los estudiantes llegan a tener un contacto mínimo

con los equipos de medición y análisis de datos meteorológicos, con el fin de no entorpecer las actividades operativas ni causar riesgos a la seguridad operacional.

La implementación de un laboratorio práctico para la capacitación en meteorología aeronáutica, permitiría al estudiante tener una mayor interacción con los sistemas que se encontrará en la operación real, de tal manera que pudiera asimilar de una manera más rápida y útil los procedimientos a ejecutar durante su actividad en el puesto de trabajo. Esto redundaría en una

mejor capacitación, la prestación de un servicio de meteorología aeronáutica más eficiente, y una operación con mejores niveles de seguridad operacional.

SELECCIÓN Y EVALUACIÓN DE EQUIPOS

Para lograr introducir los equipos reutilizados en los procesos de formación en meteorología, fue fundamental determinar si estos se encontraban en óptimas condiciones de servicio, puesto que

el estudiante debe tener contacto con un equipo real y que aún cumpla con sus funciones de operatividad para una efectiva apropiación del conocimiento, lo cual no se logra con equipos estropeados y/o deteriorados. Con esta meta, se estudiaron que equipos existían para reutilizar y se evaluó su operatividad.

Elección de equipos dados de baja

El punto de partida, fue determinar con que equipos meteorológicos se contaba. Para realizar esta evaluación, se recopiló la información sobre que equipos en general habían sido catalogados en el estado “dados de baja”, debido a que por procesos de modernización y/o relevo de equipos en la operación aeronáutica, habían sido reemplazados. Por su condición de equipos especializados, son difícilmente otorgados a otras áreas operativas y por tanto pueden permanecer en almacenamiento durante largos periodos. En este ejercicio se encontró que, en la Aerocivil existe un proceso de disposición de equipos en desuso el cual, consta de un reporte de características e inventariado sistematizado de cada equipo recolectado el cual luego es guardado en línea. De esta manera, recopilando estas extensas bases de datos se determinó la parametrización de los equipos meteorológicos a elegir para su reutilización.



Una vez se conocieron los equipos/sensores meteorológicos de los cuales se dispusieron para el proyecto, se tuvo en cuenta que cumplieran las siguientes características:

- Proximidad del lugar de almacenamiento con el CEA.
- Equipo con prestaciones específicas para meteorología.
- Condiciones físicas generales que no comprometan su operatividad.
- Existencia de sus componentes y accesorios en un nivel que no comprometa su utilidad.

Así pues, se procedió a analizar sus características físicas y funcionalidades, a fin de determinar si estaban en condiciones de operatividad y eran aptos para su reincorporación al laboratorio meteorológico del CEA. Durante este análisis se contrastaron con los requerimientos exigidos para una estación terrestre de observación meteorológica en superficie, a partir de la información brindada en el capítulo 1 - Anexo 1.D “requisitos de incertidumbre de las mediciones operativas y rendimiento de los instrumentos” de la guía No.8 de la OMM [5]. De esta guía se extraen los resultados expuestos en el documento MOC (*Method Of Compliance*) presentes en la Tabla 2 y los cuales se ampliarán más adelante en este artículo.

TABLA 2.

Resultados evaluación de operatividad

Ítem	Referencias/ equipos	Proximidad cea	Condiciones físicas	Condiciones operatividad
1	Vaisala WINDCAP® Ultrasonic Wind Sensor Series - WS425	Muy cercana - Fácil transporte	Optimas	Optimas
2	Vaisala BAROCAP PTB220	Muy cercana - Fácil transporte	Optimas	Optimas
3	Vaisala LP11 LR11	Muy cercana - Fácil transporte	Optimas	Optimas
4	Vaisala CT-12K	Muy cercana - Fácil transporte	Optimas	Optimas

TABLA 3.

Method of compliance, según guía No.8 OMM[5]

Ítem	Condición	Rango Variable a satisfacer G. No.8 OMM	Referencias/ Equipos	Método / Rango Variable del sensor
1	Velocidad y dirección de viento	Velocidad: 0 – 75 m/s Dirección: 0 – 360°	Vaisala WINDCAP® Ultrasonic Wind Sensor Series - WS425	Velocidad: 0 – 65 m/s Dirección: 0 – 360°
2	Presión Atmosférica	500 – 1080 hPa	Vaisala BAROCAP PTB220	500 hPa -1100 hPa
3	Alcance óptico meteorológico MOR	10 m – 100 km	Vaisala LP11 LR11	7 m - 299600 m
4	Altura de la base de las nubes	0 m – 30 km	Vaisala CT-12K	0 m - 3855 m

Así pues, se determinó que los equipos cumplen los requerimientos para una estación terrestre de observación meteorológica en superficie. Por tanto, se desarrolló una completa caracterización de los equipos, con el propósito de generar un documento recopilatorio de las particularidades propias de cada sensor (ver Tabla 3) y una columna específica para seguimiento a última calibración (LC) y última calibración inter laboratorios (UCIL) Tabla 4.

TABLA 4.

Cumplimiento de Propiedades Sensores MET

Ítem	Referencias/ Equipos	Resolución	Precisión	Variable de medición	¿Cumple?
1	Vaisala WINDCAP® Ultrasonic Wind Sensor Series - WS425	0,1 m/s	± 0.135 m/s	1. Miles/Hour 2. Knots 3. Kilometers/Hour 4. Meters/Second	Cumple
2	Vaisala BAROCAP PTB220	4 Pa	± 0.25 hPa	hPa, mbar, kPa, Pa, inHg, mmH2O, mmHg, torr, psia	Cumple
3	Vaisala LP11 LR11	29,96 m	± 1%	MOR (Meteorological Optical Range)	Cumple
4	Vaisala CT-12K	15,24 m	± 38,5 m	PIES	Cumple

TABLA 5.

LC - UCIL

Ítem	Referencias/ Equipos	Rango de Calibración	Especificaciones Técnicas	LC	UILC
1	Vaisala WINDCAP® Ultrasonic Wind Sensor Series - WS425	Definida por el fabricante, Menú de configuración No. 13 ; Do Zero Speed Calibración	Alimentación: 12 VDC @0,3A Interfase COM: RS232	NO DATE	NO DATE
2	Vaisala BAROCAP PTB220	Presión: 500 / 1100 hPa Temperatura: -40°C / 60°C	Alimentación: 5VDC @4/20 mA Interfase COM: RS232 / RS485 RS422	NO DATE	NO DATE
3	Vaisala LP11 LR11	Distancia para calibración topográfica a 35 metros	Alimentación: 110 VAC Interfase COM: RS232	NO DATE	NO DATE
4	Vaisala CT-12K	0° / 90° Equivalente a 0 ft / 12000 ft	Alimentación: 110 VAC Interfase COM: RS232C	NO DATE	NO DATE

Adaptación de Equipos MET Aeronáuticos dados de Baja a Condiciones Medioambientales del CEA

Una vez se ha realizado el análisis de los equipos/sensores meteorológicos dados de baja, determinando que se encuentran en pleno estado operativo, y son aptos para su re-utilización en una estación terrestre de observación meteorológica de superficie, (ver Tablas 2 y 4), se procede a establecer las particularidades medioambientales involucradas en el emplazamiento de estos equipos, ya que estos sensores especializados requieren que se satisfaga una serie de condiciones concretas a fin de garantizar grados de confiabilidad en el proceso de recopilación de datos en las diferentes variables meteorológicas captadas por cada uno de ellos.

En un emplazamiento de equipos MET se pueden presentar errores de medición que son mayores a las tolerancias previstas para los instrumentos. Estos errores en su mayoría son ocasionados por las condiciones del entorno del

emplazamiento, dado a que, en la mayoría de casos se presta más atención a las características de los equipos que a las características de su entorno.

Dado a que en la mayoría de casos los emplazamientos no siempre pueden cumplir todos los requerimientos recomendados, existe una clasificación para ayudar a determinar la representatividad de un emplazamiento en concreto a pequeña escala [5].

En consecuencia, se analiza el área superficial de operaciones del CEA, ya que, en una primera etapa, ésta será la única locación para emplazar los sensores meteorológicos debido a que la locación es propicia por su cercanía al laboratorio meteorológico en donde posteriormente se visualizarán y analizarán los datos obtenidos por estos equipos.

Para el análisis se usó como base la clasificación de emplazamientos definido en el capítulo 1. Generalidades - Anexo 1.B "clasificaciones de emplazamientos de las estaciones

terrestres de observación en superficie" de la guía No. 8 de la OMM. Esta define la "calidad para la medición de los emplazamientos" por categorías de 1 a 5 en función de los rasgos medioambientales que pueden afectar de manera directa la toma de datos de los dispositivos, perturbando su calidad, representatividad y precisión, partiendo del hecho que una mínima o nula afectación medioambiental a la toma de datos se ve representada por la categoría "1" de emplazamiento, mientras que por el contrario una categoría "5" es identificador de un emplazamiento el cual tiene unas condiciones medioambientales que afectan en gran medida la toma de datos. Así, un emplazamiento de clase 1 puede considerarse como un emplazamiento de referencia, mientras que un emplazamiento de clase 5 es un lugar donde los obstáculos circundantes crean un entorno inapropiado para realizar mediciones meteorológicas que pretendan ser representativas de una zona extensa (al menos de decenas de kilómetros cuadrados) y donde, por ende, se debería evitar realizar dichas mediciones [5].



EMPLAZAMIENTO VAISALA WINDCAP® ULTRASONIC WIND SENSOR SERIES - WS425 - VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DE VIENTO

El sensor de viento ultrasónico WS245 debe ser instalado en una locación que esté libre de turbulencias causadas por objetos cercanos, así como árboles o edificaciones. *Idealmente el sensor debe estar en una ubicación más alta que cualquier objeto a un radio horizontal de 300 m*[5]. Esto, basado en el capítulo 1. Generalidades - Anexo 1.B "clasificaciones de emplazamientos de las estaciones terrestres de observación en superficie" de la guía No. 8 de la OMM, en el cual se encuentra que los criterios convencionales sobre elevación determinan que los sensores deberán situarse "10 m por encima de la superficie del suelo y en terreno abierto". En este caso se considera terreno abierto una super-

ficie donde los obstáculos estén situados a una distancia mínima equivalente al menos a diez veces su altura, recomendación que se tendrá en cuenta al momento de emplazar el equipo meteorológico que adquiere datos de la dirección y velocidad del viento.

Asimismo, tomando en consideración recomendaciones del fabricante para este equipo, y en propósito de asegurar condiciones medioambientales que aseguren un alto grado la confiabilidad de las mediciones, se presenta la siguiente propuesta de emplazamiento del equipo Vaisala Windcap® WS425 en el área propiedad de la Aerocivil Bogotá D.C:



Figura 2. Equipo Vaisala Windcap® Ultrasonic Wind Sensor Series - WS425 extraído del manual de propietario [6].



Figura 3. Área del CEA (Rojo) - Propuesta emplazamiento WS425 (Agua marina)- Vista Norte Real



Figura 4. Área del CEA (Rojo) - Propuesta emplazamiento WS425 (Agua marina)- Perspectiva



Figura 5. Equipo Vaisala Barocap® Ptb220 Series Digital - Presión Atmosférica extraída del manual de usuario PTB220[7].



Figura 6. Carcasa protectora ofrecida por el fabricante. Extraída del Manual de usuario PTB220 [7].

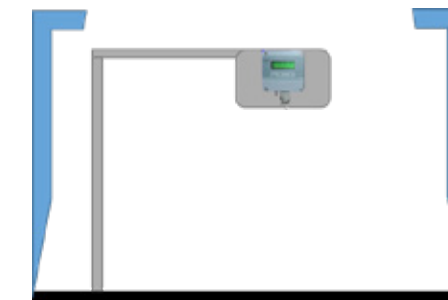


Figura 7. Recinto protector PTB220

EMPLAZAMIENTO VAISALA BAROCAP® PTB220 SERIES DIGITAL - PRESIÓN ATMOSFÉRICA

En las Figuras 3 y 4 podemos observar el área demarcada con el color agua marina la cual es una circunferencia con un radio de 115 metros y en su centro estaría emplazado el equipo. Esta área es aquella que garantiza la mejor disposición ambiental para el equipo, mejorando así la confiabilidad de las mediciones del sensor. En el centro de la circunferencia se ubicaría el sensor Vaisala Windcap® WS425, emplazado sobre la esquina norte del edificio con mayor altura en el CEA debido a que garantiza el mayor radio sin obstáculos dentro del área de operaciones del CEA.

Este emplazamiento no cumpliría con el mínimo de un radio de 300m sin obstáculos recomendado por el fabricante y la guía No.8 de la OMM [5]. Sin embargo, es el área más próxima a cumplir este requerimiento, por lo cual, los datos reflejados por el sensor respecto a velocidad y dirección del viento no serían de alta confiabilidad, pero aun así podrían usarse en propósitos educativos, calificándolo como un emplazamiento clase 4.

Para aplicaciones en estaciones meteorológicas automáticas y en otras con ambientes adversos, los barómetros digitales de la serie PTB220 tienen que ser instalados dentro de una carcasa resistente a la intemperie como en la Figura 6 u otro tipo de recinto protector[7].

Por tanto, el accesorio de presión debe protegerse de la lluvia, ya que el agua puede ingresar en el conector de presión y causar errores en la medición. Así mismo, se debe tener en cuenta que el accesorio de pre-

sión suministrado con el barómetro no es una cabeza de presión estática y que el barómetro no puede utilizarse con éxito en condiciones turbulentas del viento o en entornos de altas velocidades del viento estático por lo cual el recinto no debe permitir corrientes de aire directas, procurando dejar un área descubierta como en la Figura 7.

Una vez analizadas las condiciones de emplazamiento se presenta la siguiente propuesta de emplazamiento del equipo Vaisala Barocap® Ptb220 en el área del CEA en Bogotá:



Figura 8. Área del CEA (Rojo)- propuesta de emplazamiento PTB220 (Azul)- Vista General.



Figura 9. Área Propuesta de emplazamiento PTB220 (Azul)

EMPLAZAMIENTO VAISALA LASER CEILOMETER CT 12K - ALTURA DE LA BASE DE LAS NUBES

La instalación del ceilómetro láser CT 12K lector de base de nube requiere una cimentación de hormigón y un conjunto de cables para establecer su correcta operación [8]. También se debe considerar que el lado del receptor del CT 12K debería estar orientado preferentemente alejado de la incidencia de los rayos del sol (por ejemplo, en el hemisferio norte hacia el norte y hacia el sur en el hemisferio sur). Esto en voluntad de reducir el ruido que puede ser provocado por la luz solar.

Teniendo en cuenta lo anterior mencionado y con base en el capítulo 1. Generalidades - Anexo 1.B "clasificaciones de emplazamientos de las estaciones terrestres de observación en superficie" de la guía No. 8 de la OMM [5] y con el propósito de asegurar condiciones ambientales que aseguren en cierto grado la confiabilidad de las mediciones de los equipos y así mismo conforme a recomendaciones del fabricante para este equipo [8], se presenta

la siguiente propuesta de emplazamiento del equipo **Vaisala Laser Ceilometer CT 12K** en el área de las instalaciones del CEA.

En las Figuras 11 y 12 se observa un área de contorno violeta, el cual tiene unas dimensiones reales de 5 metros por 5 metros, en el centro estaría emplazado el equipo. Esta área se propone como el lugar de emplazamiento del sensor de altura de las nubes *Vaisala Laser Ceilometer Ct 12K*, debido a que es un dispositivo que no requiere un área libre específica en su entorno; por tanto, se propone un terreno que garantiza un espacio sin obstáculos y que sirve como perímetro de seguridad contra la manipulación por personal no autorizado que afecten la operación del sensor, esto tomando como base algunas sugerencias de seguridad recomendadas por el fabricante [8] y otras por la guía No.8 de la OMM [5].

Asimismo, este terreno es apto para construir la base de concreto requerida por el fabricante [8] para el anclaje del ceilómetro CT 12K a la superficie. Lo cual, es esencial en la instalación del equipo, calificándolo así como un emplazamiento clase 1.

En las Figuras 8 y 9 se observa un área de contorno azul, la cual tiene unas dimensiones reales de 5 metros por 5 metros. Esta área se propone como el lugar de emplazamiento del sensor de presión PTB220 debido a que es un terreno que garantiza el mínimo de espacio sin obstáculos que pueda crear corrientes de viento turbulentas que afecten la medición del sensor recomendado por el fabricante [7] y la guía No. 8 de la OMM [5].

Así mismo, este terreno es apto para construir un recinto que salvaguarde el dispositivo de las condiciones adversas de la intemperie, o la instalación de un soporte que sostenga el equipo dentro de una carcasa protectora, calificándolo, así como un emplazamiento clase 1.

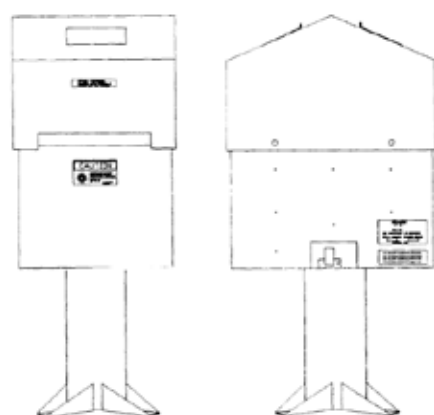


Figura 10. Vaisala CT 12K - Vista frontal y lateral - Vista Frontal: Extraída del Manual de usuario CEILOMETER CT 12K [8].



Figura 11. Área del CEA (Rojo) - emplazamiento propuesto CEILOMETER CT 12K (Violeta)- Vista Norte Real



Figura 12. Área propuesta de emplazamiento (Violeta) CEILOMETER CT 12K - Vista General.



Figura 13. Vista lateral Transmisómetro MITRAS mod.1990 - Extraída del manual de usuario [9]

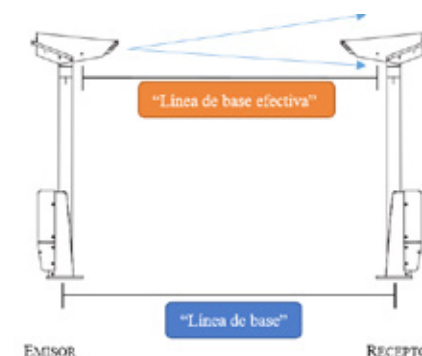


Figura 14. Alineación RVR.

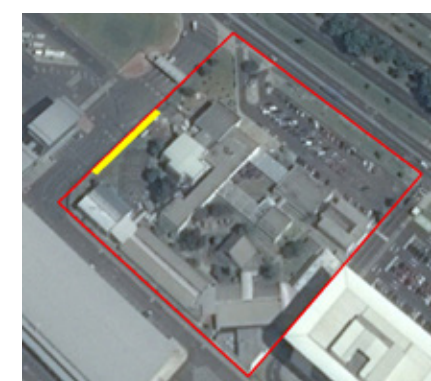


Figura 15. Área del CEA (Rojo) - propuesta de emplazamiento Vaisala Transmisómetro MITRAS (Amarillo) - Vista Norte Real.

EMPLAZAMIENTO VAISALA TRANSMISÓMETRO MITRAS - ALCANCE ÓPTICO METEOROLÓGICO MOR

El transmisómetro MITRAS realiza una medida directa de la transmisión atmosférica entre el transmisor y el receptor. Realiza un tasado del coeficiente medio de extinción teniendo en cuenta la absorción y desperdigamiento. Estos valores MOR pueden ser usados para tasar el Alcance Visual de Pista, RVR.

Con base en el capítulo 9 - ("Medición de la visibilidad") de la guía No. 8 de la OMM [5]; la medida de

la transmitancia tiene lugar a través de una "efectiva línea de base" la cual es la distancia entre las ventanas de protección del transmisor y el receptor. (ver Figura 14).

Según esto, la "línea de base" se ajustará según las necesidades en cuanto al rango requerido de lectura del MOR, así pues, se toma como referencia la información presentada en la Tabla 5.

TABLA 6.

Rangos MOR

Distancia entre Bases	Límite inferior del MOR	Límite Superior del MOR
35 m	≤ 3.5 km	52 km
50 m	5 km	74 km
75 m	20 km	112 km
100 m	30 km	148 km
200 m	60 km	299 km



Figura 16. Área emplazamiento (Amarillo) - Vaisala Transmisómetro MITRAS - Vista General.

En las Figuras 15 y 16 se puede observar el área de emplazamiento sugerida para el Vaisala Transmisómetro MITRAS de color amarillo. Esta área está comprendida de forma tal que la línea base entre el transmisor y el receptor del MITRAS sea de 50 m sin obstáculo alguno, garantizando así parcialmente una medida del MOR entre unos 5 km y 74 km, lo cual son datos suficientes para propósitos educativos, pero calificándolo como un emplazamiento clase 4.

Una vez realizado el análisis de emplazamientos, se compila la tabla de clasificación por equipo.

TABLA 7.

Categorización de emplazamiento por equipo

Equipo	Categoría de emplazamiento
Vaisala Windcap® Ultrasonic Wind Sensor Series - WS425	4
Vaisala Barocap PTB220	1
Vaisala Transmisómetro MITRAS	4
Vaisala CT-12K	1

IMPLEMENTACIÓN INICIAL DEL LABORATORIO METEOROLÓGICO CEA

En el proceso investigativo para determinar los sensores meteorológicos aeronáuticos dados de baja en la operación, se encontraron estaciones de trabajo y procesamiento de datos meteorológicos (*Workstation*) en desuso debido a que por procesos de modernización en la Aerocivil fueron "dadas de baja". Estas pertenecían al antiguo Centro Nacional de Análisis y Pronóstico ubicado en el primer piso del Centro Nacional de Aeronavegación. Los equipos son presentados en la Tabla 8.

TABLA 8.

Equipos informáticos en desuso antigua oficina MET

#	Condición	Equipo	Cantidad	Referencias/ Equipos
1	Procesamiento de datos	PC CPU WS LEADS MET	1	Terminal AMHS
2	Procesamiento de datos	PC CPU HP Terminal Mon 02 COMSOFT	1	Terminal AMHS
3	Interface de usuario	Mouse	2	Mouse HP
4	Interface de usuario	Teclado	2	Teclado HP
5	Muestra de datos	Pantalla	4	WS LEADS MET
6	Muestra de datos	Televisor	1	TV SHARP

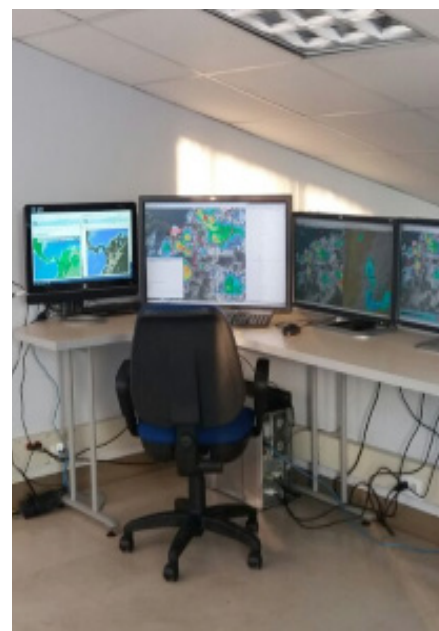


Figura 17. Workstation reincorporada en el CEA.



Figura 18. Docente de meteorología del CEA manipulando la Workstation.



Figura 19. Comunicación Workstation & Sensor



Figura 20. Workstation MET actualmente operativa del aeropuerto el Dorado.

Al analizar el estado de los equipos, se determinó que estaban en total capacidad de operación, por lo cual fueron trasladados al segundo piso del laboratorio de investigación en las instalaciones del CEA (ver Figuras 17 y 18).

INFLUENCIA DEL LABORATORIO DE METEOROLOGÍA EN PROGRAMAS ACADÉMICOS DEL CEA

Una vez se emplacen los sensores meteorológicos reincorporados de la operación aeroportuaria mencionados en este documento, se ejecutaría el proceso de transmitir sus datos acorde con la Figura 19 a las estaciones de trabajo o *Workstation*. Esta información, en conjunto con la información meteorológica especializada en tiempo real brindada por el software LEADS, permitirá manipular y analizar datos meteorológicos de los cuales se beneficiarían enormemente los programas de capacitación del CEA; así los estudiantes tendrán la posibilidad de interactuar de primera mano con un ambiente real de procesamiento y control de datos meteorológicos como los que se encuentran en el aeropuerto el Dorado en Bogotá, Colombia (Suramérica)(ver Figura 20).

CONCLUSIONES

Con base en los resultados de este estudio, se determina que emplazar los equipos dados de baja en las áreas que este documento describe para las instalaciones del CEA es viable, puesto que como se observa en la Tabla 7, se dan unas condiciones medioambientales en el lugar de emplazamiento que aunque no en todos los casos es categoría 1, son suficientes para la toma de datos que sirvan como insumo para procesos educativos en meteorología.

La reincorporación de equipos dados de baja de la operación aeroportuaria nacional a un laboratorio meteorológico tiene una influencia significativa en la reducción de desechos e impactos negativos sobre la población y/o ecosistemas, ya que, al dar un nuevo propósito operativo a cada equipo debido a que no pueden continuar sus funciones principales por motivos de actualización o modernización de entidades, se está aprovechando en totalidad el tiempo de vida designado para cada equipo.

Un aspecto importante de este proyecto es el enorme impacto económico que genera en la Entidad, ya que al aprovechar los tiempos de vida útil de equipos almacenados, en lugar de realizar inversiones cuantiosas en nue-

vos equipamientos, que pueden realizar las mismas funciones en un proceso de capacitación estudiantil del laboratorio meteorológico. Es una decisión que se debe promover, y no solo en el ámbito meteorológico, sino en aquellos en donde se puedan realizar los mismos principios de acción que se plantearon en este documento.

El desarrollo de un laboratorio meteorológico en las instalaciones del CEA, impacta de manera considerable los procesos de formación del estudiantado aeronáutico, esto debido a la flexibilidad y adaptabilidad de la *Workstation* la cual tiene la capacidad de configurarse según el área de formación MET que la requiera. Esto, es debido a que las *Workstation* ofrecen la capacidad de realizar simulaciones, análisis de condiciones meteorológicas en tiempo real, generación de reportes y predicciones climáticas, todo en base al vasto flujo de datos gracias al software LEADS y los datos obtenidos por la red de sensores meteorológicos reincorporados.

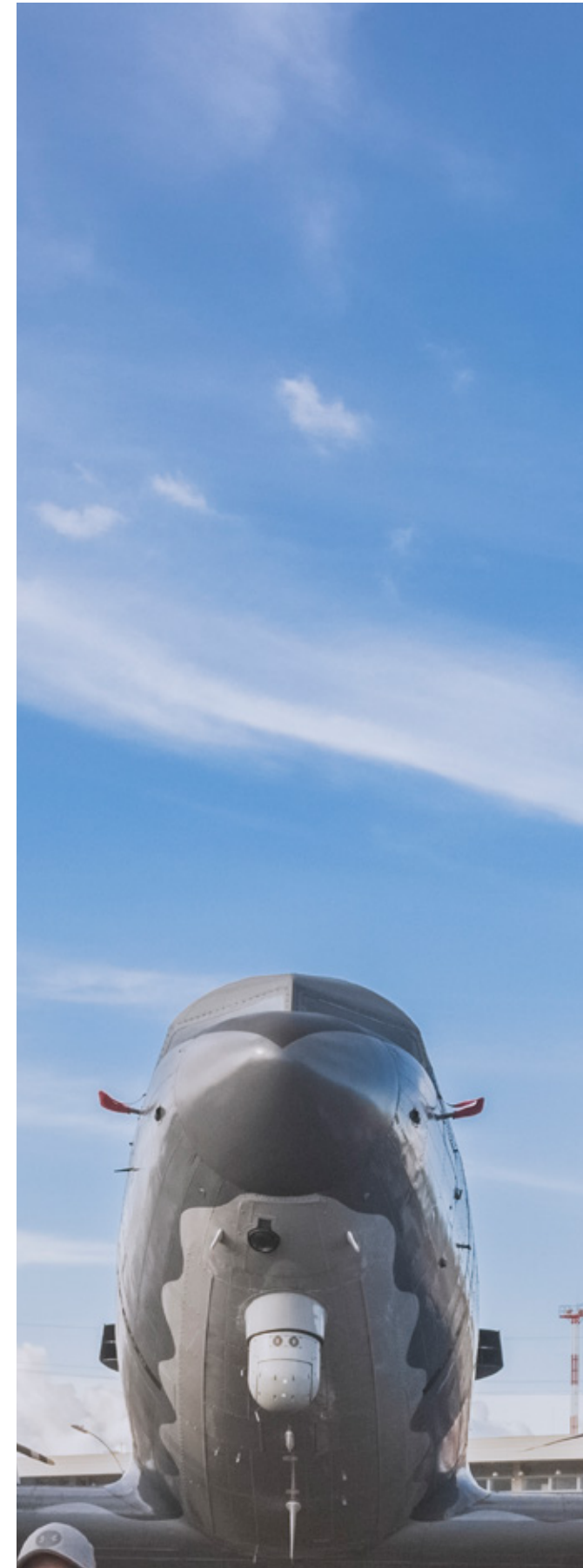
Este primer plan de evaluación sienta las bases para adaptar e implementar en las instalaciones del CEA los equipos meteorológicos "dados de baja" que se encuentran almacenados en almacén y que fueron analizados en este docu-

mento, lo cual beneficia enormemente los procesos de capacitación de personal en meteorología, aportando así a el cumplimiento del plan de capacitación del CEA y por ende beneficiando a todo el sector del transporte aéreo que se relaciona con procesos de capacitación en meteorología aeronáutica.

Este laboratorio además de favorecer a estudiantes de la Aerocivil y de Fuerza Área Colombiana, también puede ser usado en el marco de los programas de Proyección Social que se llevan con los Colegios de la Comunidad aledaña al Aeropuerto, como herramienta didáctica de enseñanza. De la misma manera, ofrecerá un aporte significativo a los estudiantes de Universidades e Instituciones del campo aeronáutico como de las ciencias naturales, al permitir que los estudiantes interactúen con un sistema operacional en un ambiente controlado.

AGRADECIMIENTOS

Al investigador, Ing. Julio Enoc Parra Villamarín, al docente en Meteorología, especialista Norbey Sánchez y al ingeniero Mario Ardila, del Grupo de Soporte Técnico MET Aerocivil, por su apoyo y contribuciones a la investigación presentada en este artículo.



REFERENCIAS

- [1] Aerocivil, «<http://www.aerocivil.gov.co>,» Aerocivil, 7 septiembre 2016. [En línea]. Available: <http://www.aerocivil.gov.co/aerocivil/historia>. [Último acceso: 1 noviembre 2017].
- [2] Aerocivil, «<http://www.aerocivil.gov.co>,» Aerocivil, 10 mayo 2016. [En línea]. Available: <http://www.aerocivil.gov.co/cea/quienes-somos/nuestra-historia>. [Último acceso: 1 Noviembre 2017].
- [3] Aerocivil, «Aerocivil.gov.co,» Aerocivil, 15 marzo 2018. [En línea]. Available: [http://www.aerocivil.gov.co/cea/Programacion%20Acadmica/PLAN%20INSTITUCIONAL%20DE%20CAPACITACION%20Y%20OFERTA%20ACAD%20C3%2089MICA%202018%20\(2\).pdf#search=pic%202018](http://www.aerocivil.gov.co/cea/Programacion%20Acadmica/PLAN%20INSTITUCIONAL%20DE%20CAPACITACION%20Y%20OFERTA%20ACAD%20C3%2089MICA%202018%20(2).pdf#search=pic%202018).
- [4] Aerocivil, «<http://www.aerocivil.gov.co>,» Aerocivil, [En línea]. Available: <http://www.aerocivil.gov.co/cea/multimedia/Pages/Galeria.aspx>. [Último acceso: 1 noviembre 2017].
- [5] Organización Meteorológica Mundial - OMM, «OMM-No.8 Guía de Instrumentos y Métodos de Observación Meteorológicos,» Organización Meteorológica Mundial, Suiza, 2008.
- [6] VAISALA, «Vaisala WINDCAP® Ultrasonic Wind Sensor WS425,» © Vaisala, helsinki finland, 2010.
- [7] VAISALA, «PTB220TS / CASE USER'S GUIDE,» © VAISALA, woburn massachusetts, 1999.
- [8] VAISALA, «Technical Manual Operation and Maintenance Instructions Laser Ceilometer CT12K» © Vaisala, Woburn MA., 1989.
- [9] VAISALA, «Manual Tecnico Transmisometro Mitras - T LP11 R LR11,» Vaisala 1990, Vantaa, Finlandia, 1990.
- [10] Aerocivil, «www.aerocivil.gov.co,» Aerocivil, 10 Mayo 2016. [En línea]. Available: <http://www.aerocivil.gov.co/cea/QuienesSomos/objetivos>. [Último acceso: 1 noviembre 2017].



Instrucciones para autores

La revista Ciencia y Poder Aéreo, considera artículos de investigación e innovación. Dentro de los cuales se encuentran: artículo científico original, artículo de revisión, artículo de reflexión, en idioma español, inglés o portugués. Acorde con la clasificación hecha por Colciencias (Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación) se definen así:

Artículo científico original

Documento completo que presenta de manera detallada los resultados originales derivados de proyectos de investigación y/o desarrollo tecnológico finalizados.

Artículos de reflexión derivado de investigación

Documento original que presenta resultados de investigación, desde una perspectiva analítica, interpretativa o crítica del autor, sobre una temática específica, recurriendo a fuentes originales.

Artículos de revisión

Documento resultado de una investigación donde se organiza, analiza, sistematizan e integran los resultados de investigaciones publicadas o no publicadas sobre un campo en ciencia y tecnología, con el fin de dar cuenta de los avances y las tendencias de desarrollo. Se caracteriza por presentar una cuidadosa revisión bibliográfica de por lo menos 50 referencias.

La revista Ciencia y Poder Aéreo admite la presentación de artículos cuyas áreas temáticas coincidan con los que se describen a continuación:

- Seguridad Operacional y Logística Aeronáutica.
- Gestión y Estrategia.
- Tecnología e Innovación.

Busca que los temas referidos estén en lo posible relacionados con el sector aeroespacial y afines.

NORMAS GENERALES

Todo artículo debe:

- Hacer referencia al campo propio de la revista.
- Ser un documento o artículo original, no publicado previamente y no considerado en otra revista.
- Estar científicamente documentado, presentar coherencia y gozar de unidad interna.
- Indicar el tipo de artículo. Si corresponde a un artículo científico original, de reflexión derivado de investigación; de revisión; artículo corto o reporte de caso, indicar el proyecto de investigación, registro (en caso de contar con este) y/o datos relacionados con el trabajo a presentar.
- Indicar la filial institucional del autor (es), perfil profesional y datos de contacto.
- Cada propuesta de artículo se somete a la evaluación de pares, cuyo concepto es importante para la decisión de su publicación.

REQUISITOS DEL TEXTO

- **Los artículos** deberán tener una extensión de 15.000 a 90.000 caracteres con espacio (entre 10 a 30 páginas aproximadamente incluyendo las referencias) tamaño carta (21,5 x 25 cm) Myriad Pro o Times New Roman, espacio 1,5. Márgenes 2.54 cm.
- **Figuras, tablas y ecuaciones** deben estar enumeradas de manera consecutiva y citados dentro del texto, siguiendo las normas APA 6ta edición, MLA, IEEE, tamaño 10.
- **Siglas:** se citará la primera vez el nombre completo y entre paréntesis la sigla. Posteriormente, sólo se destacará la sigla sin paréntesis.
- **Citación y referencias:** el sistema de citación y lista de referencias se debe realizar con base en las normas APA 6ta edición, MLA, IEEE.
- **Las notas al pie de página** se utilizarán sólo para aportes sustantivos al texto.

ESTRUCTURA PARA LOS TIPOS DE ARTÍCULOS LITERAL A. B. C.

Título: en español, inglés y portugués. Como nota al pie, indicar el tipo de artículo, información referente a la investigación y demás datos relacionados - grupo de investigación, registro de proyecto, entidad financiadora u otra información que se considere.

Resumen: en español, inglés y portugués, entre 150 - 200 palabras máximo; considerar los tipos de resúmenes: *Analítico - sin-

tético: donde incluya un comentario crítico del autor sobre el contenido del artículo presentado, además se indica la profundidad y extensión del trabajo, considerando objetivo, metodología, resultados y conclusiones. *Analítico: texto informativo que presenta de manera breve y explícita todos los aspectos significativos y relevantes del artículo, mediante una relación lógica y lineal de los temas tratados; incluye resultados.

Palabras clave, Key Words y Palabras-chave: de 3 a 6 en orden alfabético (tener en cuenta las palabras temáticas que proporcionan los tesauros), separadas por punto y coma (;). Introducción (hacer mención al problema de investigación). Método. Resultados. Discusión y/o análisis. Conclusiones, Recomendaciones y/o Agradecimientos (opcional). Referencias en orden alfabético - siguiendo las normas APA 6ta edición, MLA, IEEE.

Fichero aparte: incluir datos del autor(es) incluir nombres, apellidos, breve currículo, filial institucional, dirección electrónica y postal (dirección lugar de trabajo y/o de correspondencia), números telefónicos de contacto y adscripción académica o profesional.

PREPARACIÓN DE ENVÍOS

Los autores pueden enviar sus originales una vez se hayan registrado en la revista.

Como parte del proceso de envíos, los autores/as están comprometidos a comprobar que su envío cumpla todos los elementos que se muestran a continuación. Se devolverán a los autores/as aquellos envíos que no cumplan estas directrices.

1. El trabajo enviado **no ha sido publicado previamente ni se ha enviado simultáneamente** a otra revista.
2. El manuscrito está **en formato Microsoft Word, Open Office o RTF.** (Forma de fichero electrónico .doc, .rtf, .odt)
3. **El trabajo enviado debe estar entre** de 15.000 a 90.000 caracteres con espacio (entre 10 a 30 páginas aproximadamente incluyendo las referencias).
4. Se han seguido los **requisitos de estilo y las pautas de las Instrucciones para Autores** en la presentación del trabajo.
5. Se han **presentado las referencias bibliográficas** en orden alfabético siguiendo los lineamientos de las normas APA 6ta edición, MLA, IEEE.
6. El texto tiene interlineado 1,5. **El tamaño de fuente es de 12 puntos.**
7. Todas las **figuras y tablas se han situado en la posición correspondiente y no al final del texto.** Todas las figuras (gráficos, imágenes, fotografías) y tablas deben ser enviadas por separado en formato .jpg y/o .xlsx (en documento original) que permitan ser editables para efectos de diseño.
8. El trabajo enviado ha sido **preparado para la revisión ciega por pares**, es decir, se han eliminado las referencias y los nombres de los autores de todas las partes del artículo y se han sustituido por la palabra «Autor» (propiedades del documento incluidas).

9. Se han adjuntado los **datos del autor en un fichero aparte** con nombre, apellidos, breve currículo, filial institucional, dirección electrónica y postal (dirección lugar de trabajo y/o de correspondencia), números telefónicos de contacto y adscripción académica o profesional.

10. Cesión de derechos de propiedad intelectual

Se ha diligenciado y firmado **la carta de presentación de artículo, la cual declara** que soy (somos) el autor (es) original de la obra. (En dicho documento se incluye aspectos referidos a la licencia de uso). El equipo editorial queda, por lo tanto, exonerados de cualquier obligación o responsabilidad por cualquier acción legal que pueda suscitarse derivada de la obra depositada por la vulneración de derechos de terceros, sean de propiedad intelectual o industrial, de secreto comercial o cualquier otro. Es responsabilidad de los autores obtener los permisos necesarios de las imágenes que estén sujetas a *copyright*.

Si por último se decide no publicar el artículo en la revista, la cesión de derechos mencionada quedará sin efecto, de modo que el autor recuperará todos los derechos de explotación de la obra.

El envío de los artículos no implica la obligatoriedad de publicarlos, pues serán sometidos a evaluación de árbitros; aquellos textos que a juicio del Editor, Comité Editorial y/o Comité Científico llenen los requisitos exigidos y sean trabajos relacionados con *seguridad operacional, logística aeronáutica, tecnología e innovación, gestión y estrategia, y/o relacionados con el sector aeroespacial o afines*.

Si no se indica lo contrario, se entienden aceptados la política de confidencialidad y el aviso legal de la revista en el momento de completar la entrega de su artículo y en el momento de ejecutar el formulario de registro en sitio web: www.publicacionesfac.com

PROCESO DE REVISIÓN Y PUBLICACIÓN

1. Una vez recibido el artículo al cierre de convocatoria el Editor evaluará que cumplan con los requisitos generales y luego es sometido al Comité Editorial y/o Comité Científico (evaluación interna).

CALIFICACIÓN	VALORACIÓN	CONCEPTO
75 - 100	Excelente	Publíquese como está - Es un producto publicable.
60 - 74	Bueno	Es un producto publicable con ajustes mínimos.
50 - 59	Aceptable	Es un producto publicable con ajustes significativos.
0 - 49	No Aceptable	No es un producto publicable - Requiere correcciones profundas y serias.

1. El resultado final de las evaluaciones lo comunica el Editor a los autores. La revista no se compromete a mantener correspondencia con el autor(es) sobre los criterios adoptados. Se hace la retroalimentación de los conceptos en el caso de realizar las mejoras correspondientes a estructura y forma.
2. Cada artículo aceptado queda supeditado a una nueva revisión por el Editor y/o Comité Editorial. Los autores cuyos artículos fueron aceptados para publicación, deberán enviar una carta de autorización de uso de derechos de propiedad intelectual, en

2. Se asignan los evaluadores según los temas desarrollados; enviando la invitación, el respectivo formato de evaluación y especificando el plazo de entrega del concepto. Todo artículo será enviado a evaluación por pares académicos internos y externos.

3. Cada evaluador emite una valoración y concepto a saber:

El Par Académico emite el concepto, desarrollando la evaluación respectiva de acuerdo con los parámetros enviados por el Editor.

3. Cada evaluador emite una valoración y concepto a saber:

El Par Académico emite el concepto, desarrollando la evaluación respectiva de acuerdo con los parámetros enviados por el Editor.

El Par Académico emite el concepto, desarrollando la evaluación respectiva de acuerdo con los parámetros enviados por el Editor.

El Par Académico emite el concepto, desarrollando la evaluación respectiva de acuerdo con los parámetros enviados por el Editor.

El Par Académico emite el concepto, desarrollando la evaluación respectiva de acuerdo con los parámetros enviados por el Editor.

donde se consigne la autorización de publicación en cualquier medio, físico y/o electrónico.

3. Se reciben las versiones definitivas, realizando una nueva revisión.

4. Se hace la revisión de estilo y forma. Pasa luego al traductor, diseñador / diagramador, corrector de sintaxis, para finalmente obtener la publicación de la revista.

5. Cada autor recibe una comunicación electrónica (versión en línea) sobre la publicación, dada su participación en la edición.

Instruções para os Autores

A revista Ciência e Poder Aéreo, considera artigos de investigação e inovação. Entre os quais estão: artigo científico original, artigo de revisão, o artigo reflexão, em Espanhol, Inglês ou Português. De acordo com a classificação feita por Colciencias (Departamento Administrativo de Ciência, Tecnologia e Inovação) definida como segue:

Artigo científico original

Documento completo que apresenta detalhadamente os resultados originais derivados de projetos de pesquisa e / ou desenvolvimento tecnológico concluídos.

Artigos de reflexão derivado do projeto de pesquisa

Documento original que apresenta resultados de investigação desde uma perspectiva analítica, interpretativa ou crítica do autor, sobre uma temática específica, recorrendo a fontes originais.

Artigo de revisão

Documento resultado de uma investigação onde se organizam, analisam, sistematizam e integram resultados de investigações publicadas ou não sobre um campo em ciência e tecnologia, a fim de explicar as tendências de progresso e desenvolvimento. Caracteriza-se por apresentar uma cuidadosa revisão bibliográfica de pelo menos 50 referências.

A revista Ciência e Poder Aéreo admite a apresentação de artigos cujos temas correspondem aos descritos a seguir:

- Segurança e Logística Aero-náutica.
- Gestão e Estratégia.
- Tecnologia e Inovação.

Procura que os temas referidos, quanto possível estejam relacionados com o campo aeroespacial e afins.

NORMAS GENERAIS

- Fazer referência ao campo próprio da revista.
- Ser um documento ou artigo original, não publicado anteriormente e não é considerado em outra revista.
- Estar cientificamente documentado, apresentar coerência e ter unidade interna.
- Indicar o tipo de artigo. Se corresponde a um artigo científico original, de reflexão derivado da pesquisa; de revisão; artigo curto ou reporte de caso, indicar o projeto de investigação, o registo (se conta com um) e / ou dados relacionados com o trabalho a ser apresentado.
- Indicar a filial institucional do autor (es), perfil profissional e detalhes de contato.
- Cada proposta de artigo está sujeita a avaliação por pares, cujo conceito é importante para a decisão de sua publicação.

REQUISITOS DO TEXTO

- **Os artigos** devem ter uma extensão de 15.000 a 90.000 caracteres com espaços (entre 10-30 páginas aproximadamente incluindo referências) tamanho carta (21,5 x 25 cm) Myriad Pro ou Times New Roman, espaço 1,5, 2,54 cm de margens.
- **Figuras, tabelas e equações** devem ser numeradas consecutivamente e citadas no texto, seguindo as APA 6ª edição, MLA, IEEE regras, tamanho 10.
- **Siglas:** O nome completo será mencionado a primeira vez e entre parênteses a sigla. Depois disso, somente se destacará a sigla sem parênteses.
- **Citação e referências:** o sistema de citação e lista de referências deve ser realizada com base nas regras APA 6ª edição, MLA, IEEE regras.
- **Notas de rodapé:** serão utilizadas apenas para aportes substantivos ao texto

ESTRUTURA PARA O TIPO DE ARTIGOS DO LITERAL A. B. C. D.

Título: em Espanhol, Inglês e Português. Como nota de rodapé, indicar o tipo de artigo, informações sobre a investigação e outros dados relacionados - grupo de pesquisa, registro do projeto, órgão de financiamento ou outras informações consideradas.

Resumo: em Espanhol, Inglês e Português, entre 150-200 palavras máximo; considerar os tipos de resumos: * Analítico - sintético: que inclui um comentário crítico do autor sobre o con-

teúdo apresentado no artigo, além disso, inclui-se a profundidade e extensão do trabalho, considerando objetivo, metodologia, resultados e conclusões. *Analítico: texto informativo que apresenta brevemente e explicitamente todos os aspectos significativos e relevantes do artigo, através de uma relação lógica e linear dos temas tratados; Ele inclui resultados.

Palabras clave, Key Words y Palabras-chave: de 3 a 6 em ordem alfabética (Ter em conta as palavras temáticas que fornecem os tesouros), separadas por um ponto e vírgula (;). Introdução (mencionando o problema de pesquisa). Método. Resultados. Discussão e / ou análise. Conclusões, recomendações e / ou Agradecimentos (opcional).

Referências em ordem alfabética - seguindo a APA 6ª edição das, MLA, IEEE regras.

Arquivo separado: incluir informações sobre o autor(es) incluir nomes, sobrenomes, pequena biografia, filial institucional, endereço eletrônico e postal (endereço de trabalho e / ou correspondência), números de telefone de contato e afiliação acadêmica ou profissional.

PREPARAÇÃO DE ENVIOS

Os autores podem submeter seus originais depois de terem registrado com a revista.

Como parte do processo de envio, o autor /es estão comprometidos a verificar que o envio cumpre com todos os itens mostrados abaixo. Os envios que não atendam a essas diretrizes será devolvidos.

1. O texto **não foi publicado anteriormente nem tem sido enviado simultaneamente a outra revista.**
2. O manuscrito está em formato **Microsoft Word, Open Office ou RTF. (Forma de arquivo eletrônico .doc, .rtf, .odt)**
3. **Os trabalhos enviados deverão estar entre os 15.000 a 90.000 caracteres com espaços (entre cerca de 10-30 páginas, incluindo referências).**
4. Foram seguidas **as exigências de estilo e diretrizes das Instruções aos Autores** na apresentação do trabalho.
5. Foram **apresentadas as referências bibliográficas** em ordem alfabética seguindo as diretrizes das APA, MLA, IEEE regras.
6. O texto tem espaçamento 1,5. O tamanho da fonte é de 12 pontos.
7. Todas as **figuras e tabelas estão localizados na posição correspondente** e não no final do texto. Todas as figuras (gráficos, imagens, fotografias) e tabelas devem ser enviadas separadamente em formato .jpg e / ou .xlsx (documento original) que permitem se editar para fins de desenho.
8. O documento enviado tem se preparado para avaliação cega por pares, ou seja, as referências e os nomes dos autores foram removidos de todas partes do artigo e substituídas pela palavra "Autor" (propriedades do documento incluídas).
9. Foram **anexados os dados do autor em um arquivo separado** com nome, sobrenomes, pequena

biografia, filial institucional, endereço eletrônico e postal (endereço do local de trabalho e / ou correspondência), números de telefone de contato e afiliação acadêmica ou profissional.

10. Transferência de direitos de propriedade intelectual.

Se tem preenchido e assinado a **carta de apresentação do artigo**, que diz que eu sou (somos) o autor (es) original da obra. (aspectos relacionados com a licença estão incluídos no documento). A equipe editorial está portanto, isenta de qualquer obrigação ou responsabilidade por qualquer ação legal que possa surgir resultante do trabalho publicado pela violação de direitos de terceiros, sejam eles de propriedade intelectual, industrial de segredo comercial ou qualquer outro. É de responsabilidade dos autores obter as autorizações necessárias das imagens que estejam sujeitas a copyright.

Se, finalmente, foi decidido não publicar o artigo na revista, a transferência dos direitos caducará, de modo que o autor vai recuperar todos os direitos de exploração da obra.

O envio dos artigos não implica a obrigação de publicá-los, pois eles não ser submetidos a avaliação dos árbitros; aqueles textos que o julgamento do Editor, Comitê Editorial e / ou Comitê Científico cumpram as exigências e estejam relacionados com à segurança operacional, a logística aeronáutica, a tecnologia e inovação, a gestão e estratégia, e / ou relacionados com o campo aeroespacial ou afins.

Salvo indicação contrária, são entendidos e aceitos a política de privacidade e o aviso legal da

revista no momento de completar a entrega do seu artigo e no momento de executar o formulário de inscrição on-line: www.publicacionesfac.com

PROCESSO DE REVISÃO E PUBLICAÇÃO

1. Após o recebimento do artigo no final da convocatória, o Editor avalia que cumpram os requisitos gerais e é então submetido ao Comitê Editorial e / ou Comitê Científico (avaliação interna).

2. Os avaliadores são atribuídos de acordo com os temas abordados; enviando o convite, o respectivo formulário de avaliação e especificando o prazo da entrega do conceito. Todos os artigos serão enviados para avaliação por pares acadêmicos internos e externos.

3. Cada avaliador emite uma avaliação e conceito:

O Par Acadêmico emite o conceito, desenvolvendo a avaliação relacionada de acordo com os parâmetros enviados pelo Editor.

QUALIFICAÇÃO	AVALIAÇÃO	CONCEITO
75 - 100	Excelente	Para ser publicado como está - é um produto publicável.
60 - 74	Bom	É um produto publicável com ajustes mínimos.
50 - 59	Aceitável	É um produto publicável com ajustes significativos.
0 - 49	Nao Aceitável	Não é um produto publicável - requer correções profundas e serias

1. Notifica o resultado final da avaliação ao Editor e aos autores. A revista não se compromete a manter correspondência com o autor (es) sobre os critérios adotados. Se faz feedback dos conceitos no caso de fazer melhoramentos no que respeita à estrutura e a forma.

2. Cada artigo aceito está sujeito a revisão adicional pelo Editor e o Comitê Editorial. Autores cujos trabalhos foram aceitos para publicação, devem enviar uma carta de autorização para utilizar os direitos de propriedade intelectual, onde seja

registada a autorização para publicação em qualquer meio, físico e / ou eletrônico.

3. As versões finais são recebidas fazendo uma nova revisão.

4. Se faz revisão do estilo e forma. Em seguida vai para o desenhador / diagramador, para finalmente obter a publicação da revista.

5. Cada autor tem o direito de receber uma comunicação electrónica (versão em linha) sobre a publicação, dado o sua participação na edição.

Instructions for authors

Science and Air Power journal consider articles of research and innovation. Inside that they are: original scientific articles, reflection article, review article, in Spanish, English or Portuguese. According to classification made by Colciencias (Administrative Department of Science, Technology and Innovation) they are defined as follows:

Original scientific article

It is a complete document that shows the original results of research projects finished of research and/or technological development in a detail way

Reflection article from research projects

It is a original document that shows research results from an analytic, interpretative or review perspective of the author, about a specific topic using original sources.

Review article

It is a document where published and non-published research results about a field in science are organized, analyzed, systematized, and integrated, with the purpose to show progress and development tendencies. It is characterize for having careful bibliography review of at least 50 references.

Science and Air Power journal allows articles which thematic areas coincide with the following:

- Operational Safety and Aviation Logistics.
- Management and Strategy.
- Technology and Innovation.

Looking for topics related as possible with the aerospace field.

General rules

Every article must:

- Make reference to the journal field.
- Be an original document or article, non-previously published neither considered in another journal.
- Have scientific contend, coherence and unity.
- Indicate article type. Denote the research project, registration (if exists) and/or data related with the work to present, when it corresponds to a original scientific article; reflection and review article.
- Indicate author's subsidiary institution, author's professional profile and contact information.
- Each article proposal is evaluated by peers whose concept has a significant impact on publishing decision.

STRUCTURE FOR ARTICLES TYPES A, B, C.

Title: in Spanish, English and Portuguese. As a foot note, indicate article type, information regarding research and other related data – research group, project registration, sponsor institution and any other information considered necessary.

Abstract: in Spanish, English and Portuguese, 150 to 200 words maximum; consider types of abstract: *Analytic – synthetic: where a short critic comment from the author about the article is included, as well as the deepness and scope of the work, considering objective, methodology, results and conclusions. *Analytic: informative text that presents in a brief way and explains all significant and relevant aspects of the article, through a logic and lineal relation of the topics addressed; includes results. Key words: 3 to 6 in alphabetic order (consider thematic words offer by thesaurus), separated by semicolon (;).

Introduction: (talk about the research problem or question)

Method. Results. Discussion and/or analysis, Conclusions, Recommendations and/or Acknowledgements (optional). References in alphabetic order-according to APA 6th edition, MLA, IEEE rules.

Separate tag: include author(s) data names, last names, short curriculum, subsidiary institution, email and postal code (work place address and mail), contact telephone numbers and academic or professional description.

SUBMISSION PREPARATION

Authors may submit originals once register in the journal.

As part of submission process, author(s) are committed to confirm that its submittal satisfies all elements shown as follows; otherwise articles will be returned to the author(s).

1. The work sent **has not been previously published nor has been sent simultaneously to another journal.**
2. The text is in **Microsoft Word, Open Office or RTF format** (.doc, .rtf, .odt)
3. **The work sent must have 15.000 to 90.000 characters with space** (10 to 30 pages approximately including references).
4. **Style requirements and instructions for authors** have been followed in the work submission.
5. **Bibliographic references have been presented** in alphabetic order according to APA 6th edition, MLA, IEEE rules.
6. Text has 1,5 space. Font size is 12.
7. **All figures and tables have been situated on the correspondent location** and not at the end of the text. All figures (draws, images, photos) and tables must be sent separately in .jpg and/or .xlsx format (in original document) that allow to be edited for design purposes.

8. Work submitted has been **prepared for blind peer review**, which means, references and author's names have been deleted and substituted by the word «Author» (document properties included).

9. **Author(s) information has been included in a separate tag with name, last name**, brief curriculum, subsidiary institution, email, and address (work place address and/or mail), contact telephone numbers and academic or professional connection.

10. Cession of intellectual property rights.

Article cover letter has been filled out and signed, stating original authorship of the manuscript. (Topics related with the license of use are included in this document). Editorial team are, as a result, exonerated of any obligation or responsibility for any legal action that could be initiated from the manuscript submitted for violation of third party rights, intellectual or industrial property rights, commercial secrets, or any other type. It is author's responsibility to obtain all necessary permissions of images subject to copyright.

Should the journal, in its sole discretion, elect not to publish the Work, the cession shall lapse and be of no further effect. In such event the copyright shall revert to the Author and the journal shall not publish the Work, or any part thereof, without the Author's prior written consent.

The submission of articles does not imply obligatory nature to be published, since should pass through an evaluation process; Those manuscripts that according to the judgment of the Editor, Editorial board and/or Scientific board, fulfill all the requirements and that belong to any of the following fields: Operational Safety and Aviation Logistics, Management and Strategy, Technology and Innovation, and/or related with the aerospace field.

Confidentiality policy and journal's legal notice are assumed accepted if the opposite is not stated at the time of completing submission of the article and filling out of registration form on the website www.publicacionesfac.com

CALIFICACIÓN	VALORACIÓN	CONCEPTO
75 - 100	Excelente	Publíquese como está - Es un producto publicable.
60 - 74	Bueno	Es un producto publicable con ajustes mínimos.
50 - 59	Aceptable	Es un producto publicable con ajustes significativos.
0 - 49	No Aceptable	No es un producto publicable - Requiere correcciones profundas y serias.

REVIEW AND PUBLICATION PROCESS

1. After the closing date for submissions for call for article, the editor checks that articles satisfies general requirements and then are passed to the Editorial and/or Scientific board (internal evaluation).
2. Reviewers are assigned according to the topics; sending an invitation, the correspondent evaluation form and specifying the deadline for submission of the concept. Every article will be submitted to evaluation by internal and external academic peers.
3. Each reviewer will give one of the following concepts:

The Academic Peer emits the concept, developing the correspondent evaluation according to the parameters given by the Editor.

1. Final result of the evaluation is notified by the Editor to the Authors. The Journal is not committed to discuss with the author the evaluation criteria. Feedback of the concepts is done in case of making the correspondent structure and form improvements.
2. Each accepted article is subject to a new revision by the Editor and Editorial board. Authors whose articles were accepted for publication, should send an authorization letter for the use of intellectual property rights, where authorizes publication in any written or electronic media.
3. Final versions are received, making a new revision.
4. Style and form revision is done. Then, article is passed to the translator, designer, syntax-corrector, and finally is published on the journal.
5. Each author has the rights to receive an electronic message about the version (online) publication, given its participation on the edition.

Ciencia y Poder Aéreo

Revista Científica de la Escuela de Postgrados de la Fuerza Aérea Colombiana

TC. Wilson Augusto Jaramillo García, Director

Erika Juliana Estrada Villa, Editora

Teléfonos: (057- 1) 6378927 / 6206518 Ext. 1719 – 1722

Correos electrónicos: cienciaypoderaereo1@gmail.com y cienciaypoderaereo@epfac.edu.co

Doi: <https://publicacionesfac.com/index.php/cienciaypoderaereo/index>

Dirección: Cra. 11 No. 102 – 50 Edificio ESDEGUE Oficina 411 Bogotá D.C., Colombia. A.A. 110111

Publicaciones de la Escuela de Postgrados de la Fuerza Aérea Colombiana

www.publicacionesfac.com

The logo features the number '100' in a stylized, golden font. The first '0' is replaced by a circular emblem with a sunburst pattern and a central gear-like element. The second '0' is also a circular emblem with a sunburst pattern. A golden pen nib is positioned diagonally across the first '0'. Below the '100' is the text 'AÑOS' in a smaller, golden font, followed by 'PROTEGIENDO LA NACIÓN' in a larger, bold, golden font.

100 AÑOS
PROTEGIENDO LA NACIÓN



**Escuela de Postgrados de la Fuerza Aérea Colombiana
Institución Universitaria**

RESOLUCIÓN 1906 MEN, AGOSTO DE 2002



Escanée este código y continúe descubriendo el mejor contenido científico, los resultados de investigación y demás producción intelectual de la revista científica Ciencia y Poder Aéreo