

AGA

DIGITAL

“El conocimiento es el poder”



CNEL. LUIS INFANTE
OCT. 1962 - ENE. 1966



CNEL. ALDO ALCALÁ
ENE. 1966 - MAR. 1969



CNEL. TEODORO ALCALÁ
MAY. 1966 - JUL. 1969



CNEL. RICARDO TORRES
JUL. 1966 - JUL. 1967



CNEL. RAFAEL ANDRADE
JUL. 1967 - NOV. 1967



CNEL. JAVIER PEÑA
SEPT. 1967 - ABR. 1968



CNEL. ANDRÉS CORCUERA
ABR. 1968 - SEPT. 1968



CNEL. RAFAEL SOTOMAYOR
NOV. 1970 - ENE. 1971



CNEL. CARLOS BARAHONA
ENE. 1971 - JUN. 1972



CNEL. JAIME PACHECO
JUN. 1972 - JUL. 1974



CNEL. PRISMA VARGAS
JUL. 1974 - SEP. 1977



CNEL. FREDDY MEJÍA
SEP. 1977 - OCT. 1977



CNEL. GALO PÁEZ
NOV. 1977 - ABR. 1979



CNEL. ÁNGEL FLORES
MAY. 1979 - JUL. 1980



CNEL. MARCELO SALVOOR
JUL. 1980 - DIC. 1982



CNEL. GALO CORNEJO
DIC. 1982 - DIC. 1983



CNEL. CARLOS JARAMILLO
SEPT. 1983 - NOV. 1984



CNEL. HECTOR HEREDIA
NOV. 1984 - ABRIL. 1989



CNEL. GALO BUSTOS
ABRIL. 1989 - SEPT. 1987



CNEL. GUILLERMO CHIRREZA
SEPT. 1987 - JUL. 1988



CNEL. RICARDO PACHÓN
JUL. 1988 - DIC. 1988



CNEL. HERNÁN QUIROZ
DIC. 1988 - ABR. 1991



CNEL. OSVALDO GUZMÁN
MAY. 1991 - ABR. 1992



CNEL. GUILLERMO MIGUELLA
MAY. 1992 - MAY. 1993



CNEL. BENJAMÍN ACOSTA
NOV. 1992 - SEAR. 1993



CNEL. JORGE ACE
ABR. 1993 - JUL. 1994



CNEL. GUILLERMO ARGÜELLO
JUL. 1994 - FEB. 1996



CNEL. ÁNGEL CORCUERA
FEB. 1996 - MAY. 1998



CNEL. ROBERTO AROCAS
MAY. 1998 - ABR. 1999



CNEL. ERNESTO QUINTERO
ABR. 1999 - OCT. 2000



CNEL. LEONARDO BARRERO
OCT. 2000 - ENE. 2003



CNEL. MARCELO ALVARADO
FEB. 2003 - MAR. 2003



CNEL. CESAR MORDADO
ABR. 2003 - JUL. 2004



CNEL. MARCO MORDADA E.
AUG. 2004 - MAR. 2008



CNEL. ESTEBAN MOYA
MAYO. 2008 - FEB. 2014



CNEL. JORGE ESTRELLA
FEB. 2014 - OCT. 2017



CNEL. HUGO LARREA B.
OCT. 2017 - OCT. 2019



CNEL. SILVANO CARMONA
SEP. 2019 - ABR. 2014



CNEL. ROLANDO SBRIZ
ABR. 2014 - NOV. 2014



CNEL. MAURICIO SALAZAR
ENE. 2015 - ENE. 2016



CNEL. MIGUEL MOYA
ABR. 2016 - MAR. 2017



CNEL. ROBERTO MARCHANT
MAY. 2017 - JUN. 2014



CNEL. EDWIN PUGA
SEPT. 2014 - JUL. 2016



CNEL. LUIS PEDRO
SEPT. 2016 - JUL. 2017

COMITÉ EDITORIAL

CrnI. EM. Avc. Fabián Salazar Díaz
DIRECTOR ACADEMIA DE GUERRA AÉREA
PRESIDENTE COMITÉ EDITORIAL

Tcrn. EM. Avc. Álvaro Mejía C.
SUBDIRECTOR ACADEMIA DE GUERRA AÉREA

Tcrn. EMT. Avc. Paúl Mayorga S.
JEFE DPTO. ACADÉMICO AGA.

Tcrn. EMT. Avc. Bethoven Espinoza
JEFE DPTO. EVALUACIÓN AGA.

Mayo. Plto. Avc. Víctor Pozo
JEFE DPTO. DESARROLLO GESTIÓN

Mayo. Plto. Avc. César Zurita
COORDINACIÓN GENERAL

SPNR. Ing. Patricia Peñafiel R.
DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

SPNR. Ing. Raúl Villarroel G.
COLABORACIÓN

Cbop. Téc. Avc. Mariuxi Silva
COLABORACIÓN

Revista AGA DIGITAL
 Academia de Guerra Aérea
 Av. La Prensa y Carlos Quinto. Quito-Ecuador
 e-mail: agapublicaciones@fae.mil.ec
<https://coed.mil.ec/eva/aga/user/agadigital>

Todos los derechos Reservados
Academia de Guerra Aérea 2021

AGA DIGITAL es un espacio para incentivar el desarrollo doctrinario, cultura organizacional y pensamiento sistémico en los Oficiales de la Fuerza Aérea Ecuatoriana. Su publicación es trimestral, exclusivamente en formato on-line. Las expresiones y opiniones vertidas en esta publicación, son propias de los autores y no representan una perspectiva institucional de la Fuerza Aérea Ecuatoriana y sus Unidades Orgánicas.



INDICE

PÁG.
09

1. Los gastos de defensa en las Fuerzas Armadas de Sudamérica, un análisis comparativo.
Autor: TCrn. de EMT Avc. Brian Flores Cueva

PÁG.
19

2. Mejora del proceso de control de calidad del mantenimiento de las aeronaves a fin de garantizar su aeronavegabilidad.
Autor: TCrn. EMT. Avc. Nel Vaca Flores

PÁG.
31

3. Radio definido por software, sistema para localización de aeronaves "RADAR PASIVO"
Autores: Mayo. Juan Romero Mediavilla, Tcrn. Cristian Arias Espinosa, Capt. Andrés Carranco

PÁG.
40

4. Nuevos enfoques a la aeronavegabilidad militar en el Ecuador
Autor: Mayo. Roberto Narváez Aguilar

PÁG.
49

5. Relationship of Body Mass Index to body composition and somatotype of personnel of the Ecuadorian Air Force.
Autor: Mayo. Téc. Avc. Luis Palacios

PÁG.
68

6. Análisis del factor ruido en las actividades de mantenimiento aeronáutico de la Fuerza Aérea Ecuatoriana
Autor: Mayo. Esp. Avc. Alvaro Ortiz

PÁG.
81

7. Análisis de las implicaciones del uso del sistema de Transmisión Automática de Vigilancia Dependiente (ADS-B) en las aeronaves de la Fuerza Aérea
Autor: Capt. Téc. Avc. David Vallejos Brito

PÁG.
87

8. Implementación de pruebas de confianza al personal de Oficiales y Aerotécnicos, mediante dispositivos electrónicos para incrementar los niveles de seguridad en las áreas críticas de la FAE
Autores: Andrade Albuja Jaime y Samaniego Delgado Xavier

PÁG.
97

Reseña histórica
Creación de la Academia de Guerra Aérea

PÁG.
99

Galería histórica
Directores de la Academia de Guerra Aérea

50 Años

ANIVERSARIO AGA



SALUDO DEL SEÑOR COMANDANTE GENERAL FAE POR EL QUINCUGÉSIMO ANIVERSARIO DE LA ACADEMIA DE GUERRA AÉREA

En nombre del Alto Mando de la Fuerza Aérea Ecuatoriana y como su comandante general, saludo a los hombres y mujeres, personal militar y civil que conforman la Academia de Guerra Aérea; ustedes son parte importante de este gran contingente humano que, junto a la dirección de este instituto de perfeccionamiento de oficiales, continúan prestos para cumplir con la misión encomendada, siguiendo el ejemplo de sus antecesores y cumpliendo con la misión de profesionalizar a los oficiales en los diferentes niveles de la conducción militar para su desempeño como líderes comprometidos con el desarrollo institucional. Todo esto, realizando una trascendental labor educativa, reflejada en el arduo trabajo durante estos 50 años de creación del máximo instituto de perfeccionamiento en la FAE, bajo el aval del Comando de Educación y Doctrina Militar Aeroespacial.

En este sentido, las instituciones educativas sólidas e indispensables para una sociedad trascienden en el tiempo y evolucionan constantemente, adaptándose a las necesidades y tecnologías del mundo globalizado. El camino trazado hasta este cincuentenario, se sustenta sin duda, en un registro histórico de cambios

pedagógicos en búsqueda de una madurez formativa necesaria de resaltar y transmitirla a las nuevas generaciones de oficiales FAE; permitiendo proyectarlos con una visión real de liderazgo, en beneficio de la conducción de la Fuerza Aérea Ecuatoriana, para el mantenimiento de la seguridad y desarrollo nacional, inmersos en el contexto y realidad geopolítica regional.

No debemos olvidar que la preparación de nuestro personal debe ser acorde con el desarrollo y el progreso de la humanidad y la ciencia militar; este enfoque nos permite visualizar que la Academia de Guerra Aérea, como órgano ejecutor del perfeccionamiento de nuestra oficialidad, debe mantener una capacidad pedagógica que le permita enfrentar con éxito los actuales y futuros retos institucionales.

Hago votos porque la Academia de Guerra Aérea siga su exitoso camino y para que mantenga siempre en alto su lema:

**"EL CONOCIMIENTO ES PODER"
¡Feliz cincuentenario Academia
de Guerra Aérea!**

**Geovanny Espinel Puga
Brigadier General
COMANDANTE GENERAL DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA**



SALUDO DEL SEÑOR COMANDANTE COED POR EL QUINCUAGÉSIMO ANIVERSARIO DE LA ACADEMIA DE GUERRA AÉREA

“No será el más fuerte, ni el más inteligente el que sobrevivirá, será el que tenga la capacidad de adaptarse con agilidad al cambio” Charles Darwin

La celebración del Quincuagésimo Aniversario de creación de la Academia de Guerra Aérea, es una ocasión propicia para reflexionar sobre el rol fundamental que este instituto de perfeccionamiento de oficiales de la Fuerza Aérea cumple en el desarrollo de nuestra institución.

La Academia de Guerra Aérea a través de sus procesos educativos, orienta sus esfuerzos al desarrollo y formación de líderes militares competentes y visionarios, con capacidades para planificar y emplear el poder aeroespacial con contundencia, eficiencia y legalidad, administrar eficientemente los procesos operativos, educativos y de apoyo institucionales, y proyectar acertadamente a nuestra institución en el tiempo. Todo esto con el fin de que la Fuerza Aérea opere con los más altos niveles de seguridad y eficiencia en los actuales y futuros escenarios de la seguridad y defensa.

Cinco décadas han transcurrido de su nacimiento como Academia Aérea, período de tiempo en el que ha evolucionado, para convertirse en el principal centro del pensamiento aeroespacial nacional y dónde nacen y se forman los nuevos líderes institucionales. Si bien su existencia podría decirse que ha sido corta, su legado ha rebasado cualquier expectativa, gracias al trabajo y dedicación de un importante grupo de oficiales, aerotécnicos, servidores y trabajadores públicos, quienes en su momento aportaron y siguen aportando a su continuo desarrollo y engrandecimiento.

En mérito a su legado histórico y radical importancia para la profesionalización de los oficiales de la Fuerza Aérea, como Comandante del Comando de Educación y Doctrina Aeroespacial de la Fuerza Aérea, formulo los más fervientes y sinceros votos para su prosperidad y éxitos, y haciendo honor a su lema “El Conocimiento es el Poder”, siga aportando a nuestra gloriosa y heroica institución y continúe persiguiendo la excelencia educativa. ¡Larga vida a la Academia de Guerra Aérea!

Wilfrido Moya Salazar
Brigadier General

COMANDANTE DEL COMANDO DE EDUCACIÓN Y DOCTRINA MILITAR AEROESPACIAL



PRÓLOGO

Bajo la visión futurista del anterior Director de la Academia de Guerra Aérea, mi Crnl. EMC. AvC. Luis Fernando Fierro Urresta, en el mes de octubre del 2020, este Instituto realizó el lanzamiento de la I Edición de la Revista “AGA DIGITAL”; publicación creada con el objetivo de fortalecer el pensamiento crítico, analítico y creativo de los oficiales de nuestra institución, de todas las jerarquías y especialidades.

Un año después, con el lanzamiento de la IV Edición, podemos afirmar con absoluta certeza que este proyecto académico, científico e informativo ha conseguido su institucionalización, puesto que con una profunda satisfacción, hemos recopilado en esta convocatoria cerca de cuarenta propuestas de artículos académicos, que luego de clasificarlas en las líneas editoriales de doctrinaria militar aeroespacial, economía de la defensa, tecnología militar, seguridad y salud ocupacional e historia militar, el comité editorial seleccionó una pequeña muestra para su actual publicación.

Los retos de superación se mantienen, y a fin de ser reconocida en el futuro inmediato como una revista de producción científica y doctrinaria dentro de la comunidad académica internacional, la revista “AGA DIGITAL” deberá presentar tres publicaciones más antes de cumplir su segundo año; por lo que motivo a ustedes señoras y señores oficiales lectores, continuar compartiendo con nosotros sus propuestas, ya que es vuestra producción intelectual la que permitirá concretar la indexación de esta revista a finales del año 2022.

Presentamos a ustedes la edición especial por el L Aniversario de creación de la Academia de Guerra Aérea, con los efusivos saludos del señor Comandante General de la Fuerza Aérea, mi Brigadier General Geovanny Espinel Puga y del señor Comandante del Comando de Educación y Doctrina Militar Aeroespacial, mi Brigadier

General Wilfrido Moya Salazar; autoridades que han brindado su respaldo incondicional a este proyecto académico – científico y que con su cotidiana labor nos han proyectado hacia la excelencia profesional.

Este mes de octubre conmemoramos el quincuagésimo aniversario este Instituto, el cual ha perfeccionado por cinco décadas a oficiales de todas las clasificaciones, jerarquías y especialidades, ya que en sus aulas se adquieren las competencias genéricas y específicas requeridas para comandar en cada uno de los niveles de la guerra, entregando a la Fuerza Aérea comandantes tácticos, operacionales y estratégicos con las cualidades necesarias para cumplir con la misión institucional.

En nuestro segmento histórico, colocamos la galería de todos los señores Oficiales que se desempeñaron como Directores de la Academia de Guerra Aérea. Algunos de ellos ya no nos acompañan en el plano terrenal; sin embargo, su legado está presente como simiente de cada proyecto educativo que se ejecutó con éxito y que actualmente se desarrolla con tesonero esfuerzo, como lo es implementación de la “Maestría en Seguridad y Defensa con mención en Planeamiento estratégico aeroespacial”, en beneficio de los oficiales alumnos de los subsiguientes cursos de Estado Mayor de Arma y Estado Mayor Técnico.

Finalmente, quiero agradecer los esfuerzos realizados por el Comité Editorial por perseverar en la institucionalidad de la revista “AGA DIGITAL”, ya que esta publicación es una de las alternativas más sencillas que tenemos a nuestro alcance, para trascender en el tiempo a través del saber, porque hoy y siempre se evidenciará que “el conocimiento es el poder”.

Fabián Salazar Díaz
CRNL. EM. AVC.
Director Academia de Guerra Aérea



LOS GASTOS DE DEFENSA EN LAS FUERZAS ARMADAS DE SUDAMÉRICA, UN ANÁLISIS COMPARATIVO

TCrn. EMT. Avc. Brian Flores Cueva

RESUMEN

Los países sudamericanos de habla española, mantienen una composición y cultura muy similar en cuanto a sus Fuerzas Armadas, sin embargo existen diferencias marcadas con relación al gasto que los Estados hacen en el mantenimiento de sus efectivos y su alistamiento operativo. Este artículo realiza un análisis comparativo entre las misiones constitucionales, y los parámetros del gasto en defensa correlacionándolos con su población, extensión territorial, power index, entre otros; con el fin de visualizar las tendencias de crecimiento y reducción de su capacidad militar.

Palabras clave: defensa, gasto militar, power index, fuerzas armadas Sudamérica

ABSTRACT

The Spanish-speaking South American countries maintain a very similar composition and culture in terms of their Armed Forces, however, there are marked differences in relation to the spending that the States make in maintaining troops and operational enlistment. This article performs a comparative analysis between the constitutional missions, and the parameters of defense spending, correlating them with their population, territorial extension, power index, among others; in order to visualize the growth and reduction trends of its military capacity.

INTRODUCCIÓN

En los países de Sudamérica, durante la última década se han presentado cambios significativos en su orientación política, lo cual ha conllevado a la generación de diversas alianzas tales como la UNASUR, ALBA y la Alianza del Pacífico, organismos internacionales que se sumaron a los ya existentes como Mercosur y la Comunidad Andina de Naciones. En este contexto surgen diversos enfoques con relación a la utilización de las Fuerzas Armadas y la misión que ellas cumplen en sus países. El presente documento analiza desde el punto de vista del realismo político, cómo han variado los gastos militares a través de un estudio comparado entre los países que mantienen una cultura, tamaño e idioma similar en Sudamérica: Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela.

Partiendo del precepto inicial del realismo político, según lo expuesto por Maquiavelo, que considera “el principio de que los Estados se conducen, en su política exterior motivados por su interés nacional y no por consideraciones de altruismo, amistad, idealismo o solidaridad, y que el poder representa un papel decisivo en las relaciones internacionales” (Espinosa, 2018); es necesario comprender el comportamiento que han manifestado los países de la región

ARTÍCULOS

durante la última década, basados en sus intereses fundamentales, la misión constitucional y marco legal que les ampara.

MARCO LEGAL DE LOS PAÍSES ANALIZADOS

Para un análisis integral de las características de las Fuerzas Armadas en los países de la región y sus gastos, es necesario comprender cuáles son sus respectivas misiones constitucionales, que son las que proveen el marco legal para su funcionamiento y lo que incide en sus dimensiones. A continuación, se describe un resumen del marco legal que ampara el funcionamiento de las Fuerzas Armadas por país:

PAÍS	Misión constitucional / Marco Legal
Argentina	Expresa el rol fundamental de preservar la soberanía, integridad territorial y capacidad de autodeterminación , proteger el patrimonio nacional, y la vida y la libertad de los habitantes, mediante el desarrollo de adecuadas capacidades militares susceptibles de rechazar eventuales agresiones armadas externas. (RESDAL, 2011)
Bolivia	Su misión fundamental es defender y conservar la independencia, seguridad y estabilidad del Estado, su honor y la soberanía del país ; asegurar el imperio de la Constitución, garantizar la estabilidad del Gobierno legalmente constituido, y participar en el desarrollo integral del país. (Congreso Nacional, 2008)
Chile	Las Fuerzas Armadas existen para la defensa de la patria y son esenciales para la seguridad nacional (Decreto Supremo 100, 2010)
Colombia	"Las Fuerzas Militares tendrán como finalidad primordial la defensa de la soberanía, la independencia, la integridad del territorio nacional y del orden constitucional" (Corte Constitucional, 2016).
Ecuador	Las Fuerzas Armadas tienen como misión fundamental la defensa de la soberanía y la integridad territorial (Asamblea Nacional, 2008).
Paraguay	La misión de las Fuerzas Armadas es "la de custodiar la integridad territorial y la de defender a las autoridades legítimamente constituidas , conforme con esta Constitución y las leyes" (Convención Nacional Constituyente, 1992)
Perú	Las Fuerzas Armadas tienen como finalidad primordial garantizar la independencia, soberanía y la integridad territorial de la República. Asumen el control del orden interno de conformidad con el artículo 137 de la Constitución. (Congreso Constituyente Democrático, 1993)
Uruguay	"La Defensa Nacional comprende el conjunto de actividades civiles y militares dirigidas a preservar la soberanía y la independencia conservar la integridad del territorio y de sus recursos estratégicos, así como la paz de la República..." (IMPO Ley N° 18650, 2010)
Venezuela	"La Fuerza Armada Nacional constituye una institución esencialmente profesional, sin militancia política, organizada por el Estado para garantizar la independencia y soberanía de la Nación y asegurar la integridad del espacio geográfico, mediante la defensa militar , la cooperación en el mantenimiento del orden interno y la participación activa en el desarrollo nacional..." (Asamblea Constituyente, 1999)

Tabla 1: Misiones constitucionales de las FFAA en Sudamérica
Fuente: Las citadas en cada párrafo
Elaborado por: el autor

considerados en este documento, es claramente identificable que coinciden mayoritariamente en el velar por la integridad territorial, así como la soberanía del Estado. En ninguna de las misiones se expresa en forma tácita otras actividades que en la actualidad vienen cumpliendo las Fuerzas Armadas de la región, pero que si se amparan en cuerpos legales adicionales.

Las misiones de los países citados presentan también particularidades que podrían ser puestas en discusión ante los ojos de la comunidad internacional, como en el caso boliviano en el que la estabilidad del Gobierno es una responsabilidad específica, el caso de Venezuela en el que se menciona "sin militancia política" y el Perú con el "asumir el control del orden interno".

Salvando esas particularidades anteriormente descritas, es evidente que, en el contexto regional, las Fuerzas Armadas de todos los países analizados, son parte fundamental de la permanencia del Estado en el tiempo; si bien los conflictos entre estados en la región son cada vez menos probables, con el surgimiento de las amenazas asimétricas, la necesidad de contar con las Fuerzas Armadas con las capacidades para combatirlas es indispensable.

Es necesario considerar que las doctrinas tales como: Agendas Políticas de Defensa, Libros Blancos de la Defensa o similares, tienen su fundamento en las cumbres de los Presidentes de las Américas y en las conferencias de los Ministros, por lo que mantienen mucha semejanza habiéndose centrado en los temas relativos a la Defensa y Seguridad.

Una de las herramientas con las que un país devela ante la comunidad internacional sus verdaderos intereses, corresponde a la asignación y ejecución de su presupuesto nacional, el cual debe repartirse entre los grandes sectores de la comunidad, tales como: la seguridad ciudadana, educación, salud, infraestructura de servicio social, vías, sectores estratégicos ligados a la economía e incluyendo como parte fundamental el sector defensa, como el encargado de la soberanía del Estado en sí mismo.

En algunos países de la región al sector defensa, también se lo ha ligado al gran sector de la seguridad, considerándolo como la principal herramienta que dispone el Estado, ante aquellos conflictos en los que se ve superada la fuerza policial y que requiere de atención inmediata, mencionándose entre otros los conflictos civiles a gran escala, desastres naturales, policía marítima, control de áreas estratégicas y lucha contra elementos armados subversivos y crimen organizado.

Estas dos líneas de acción de las Fuerzas Armadas son por hoy la justificación de mantener el personal activo en los países de la región, para lo cual es necesario identificar estadísticamente el tamaño de los efectivos de cada una de las fuerzas por país, su relación porcentual con la población total, cuánto representan con relación a la extensión territorial, su índice de poder militar, así como los gastos en defensa en la última década en términos monetarios y per cápita.

Los datos fuentes utilizados para el análisis han sido tomados de Global Fire Power, Stockholm International Peace Research Institute y del Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador.

Comparación entre el número de efectivos con relación a la población total

Los países analizados presentan los siguientes datos de efectivos militares y su relación con la población total, sin considerar las reservas:

PAÍS	EFFECTIVOS	% POBLACIÓN
Argentina	84000	0.18%
Bolivia	35000	0.30%
Chile	80000	0.44%
Colombia	300000	0.61%
Ecuador	40000	0.24%
Paraguay	10500	0.15%
Perú	90000	0.29%
Uruguay	25000	0.74%
Venezuela	245000	0.86%

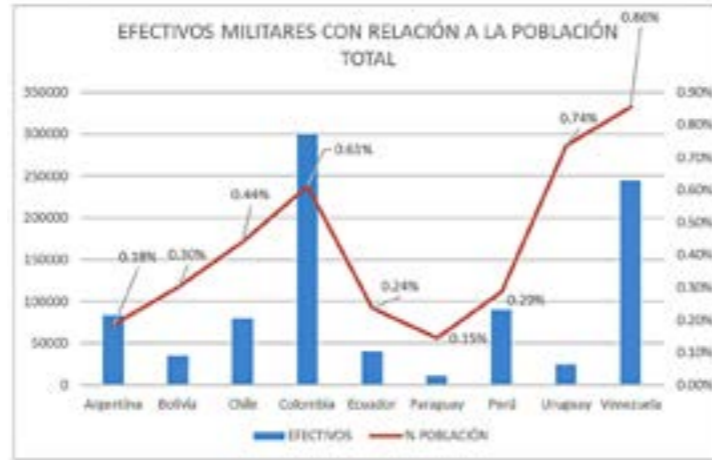


Ilustración 1: Efectivos militares con relación a la población total
 Fuente: Global Fire Power (Global Fire Power, 2021)
 Elaborado por: El autor

Porcentaje de efectivos militares por población



Basándose en los datos y la ilustración Nro. 1, se observa que todos los países de la región mantienen un número de efectivos menor al 1% de la población total, siendo Colombia el país que mantiene el mayor número de efectivos (300.000) y el tercer lugar en forma proporcional con el 0,61, únicamente superado por Uruguay que pese a tener únicamente 25.000 efectivos mantiene el mayor porcentaje en la región, lo cual se ve representado por el aproximado 10% de sus fuerzas que se encuentran en forma permanente en misiones de paz de la ONU y Venezuela que totaliza un 0.84.

La posición colombiana en la región se la identifica debido a su necesidad del combate a la guerrilla la cual ha tenido más de 50 años de duración, siendo su total de efectivos superior a la suma de los de Ecuador, Perú, Uruguay,

Paraguay y Bolivia juntos.

Ilustración 2: Mapa coroplético de efectivos militares con relación a la población total
 Fuente: Global Fire Power (Global Fire Power, 2021)
 Elaborado por: El autor

Una variación muy significativa en los últimos tres años es el caso de Venezuela quien redujo su población en más de 2 millones de habitantes e incrementó sus efectivos militares a 295.000, hecho que generó un incremento en su relación porcentual, siendo el mayor país de la región en ese aspecto.

Comparación entre el número de efectivos con relación al territorio

Otro factor clave para la existencia de las Fuerzas Armadas es la dimensión del territorio en donde el Estado debe hacer presencia, controlar y ejercer soberanía. Se detalla el análisis de los efectivos militares con relación al territorio, dimensiones de sus fronteras y línea costera.

PAÍS	TERRITORIO KM2	KM2 POR EFFECTIVO MILITAR	FRONTERAS	LÍNEA COSTERA
Argentina	2780400	33	4989	11968
Bolivia	1098581	31	7252	0
Chile	756102	9	7801	6435
Colombia	1138910	4	6672	3208
Ecuador	270670	7	2237	1200
Paraguay	406752	39	4655	0
Perú	1285216	14	7062	2414
Uruguay	176215	7	1591	660
Venezuela	912050	4	2800	5267



Ilustración 3: Efectivos militares con relación a la extensión territorial
 Fuente: Global Fire Power (Global Fire Power, 2021)
 Elaborado por: El autor

En función de la información presentada y en análisis inverso, se observa que los países que tienen mayor número de efectivos con relación a su extensión territorial son Colombia y Venezuela, estableciendo la relación hipotética de que cada efectivo militar sería responsable de 4 km2, lo cual contrasta con Paraguay en el cual cada efectivo militar estaría bajo custodia de 39 km2. Considerando el promedio regional de 16km2, son tres los países que tienen gran extensión territorial con relación al número de los efectivos de las Fuerzas Armadas, siendo Argentina, Bolivia y Paraguay.

Comparación considerando el Power index

De acuerdo al Global Fire Power, se ha establecido un índice basado en 55 factores que permiten determinar la capacidad militar de las naciones, considerando los avances tecnológicos, el tamaño del país, número de efectivos, cantidad de medios aéreos, terrestres y navales; armas estratégicas, factores geográficos, logísticos, alianzas, estabilidad económica, entre otros, sin considerar el liderazgo o la inclinación política.

PAÍS	Powerindex	RANKING 2021	RANKING 2018	TENDENCIA
Argentina	0.7026	42	38	↓
Bolivia	1.5491	80	65	↓
Chile	0.8227	49	57	↑
Colombia	0.6841	39	46	↑
Ecuador	1.2261	69	66	↓
Paraguay	2.8964	101	114	↓
Perú	0.7931	47	42	↓
Uruguay	2.4876	95	110	↑
Venezuela	0.7116	43	43	↑



Ilustración 4: Comparativo del ranking de poder militar
 Fuente: Global Fire Power (Global Fire Power, 2021)
 Elaborado por: El autor

que se contrasta con los del menor potencial que son Uruguay y Paraguay. Se debe considerar que este análisis se basa en 137 países siendo el valor del índice más aproximado a cero el ideal. Además, es importante identificar que únicamente 3 países: Chile, Colombia y Uruguay han subido en este indicador, teniendo la región como tal una tendencia a la reducción de su capacidad militar.

Comparación del gasto militar a partir del 2008

En base a la información proporcionada por el Stockholm International Peace Research Institute se presentan a continuación el gasto militar de la última década de los países seleccionados presentados en millones de dólares:

País	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Argentina	2789.0	2981.9	3475.3	4051.9	4563.2	5138.0	4979.4	5482.6	4509.6	5459.6	3842.9	3132.7	2907.2
Bolivia	327.2	345.8	327.4	403.6	499.9	564.4	625.9	575.5	552.4	574.1	618.8	598.2	609.0
Chile	4641.9	3902.2	4894.1	5686.8	5466.1	5529.9	5102.8	4630.8	4796.0	5370.0	5545.8	5182.2	4600.7
Colombia	9051.1	9033.2	10422.1	10306.6	11706.3	12503.8	11846.0	9127.2	8676.0	10018.0	10134.7	10167.5	9216.4
Ecuador	1646.0	1949.0	2094.0	2453.7	2589.8	2735.8	2786.5	2597.5	2513.2	2462.7	2549.4	2399.9	2243.5
Paraguay	168.2	168.5	204.6	285.1	320.9	371.2	398.4	386.5	343.2	348.2	386.6	375.8	364.3
Perú	1503.7	1848.6	2178.9	2355.2	2858.0	3305.5	3217.6	3312.2	2536.1	2665.8	2648.7	2766.8	2633.1
Uruguay	567.7	577.1	755.7	824.8	924.6	1045.1	1034.5	969.9	988.2	1165.7	1271.1	1154.9	1163.6
Venezuela	5660.5	4055.4	3991.2	3577.5	5114.8	6199.7	1554.7	320.5	218.2	2127.9	15000.0

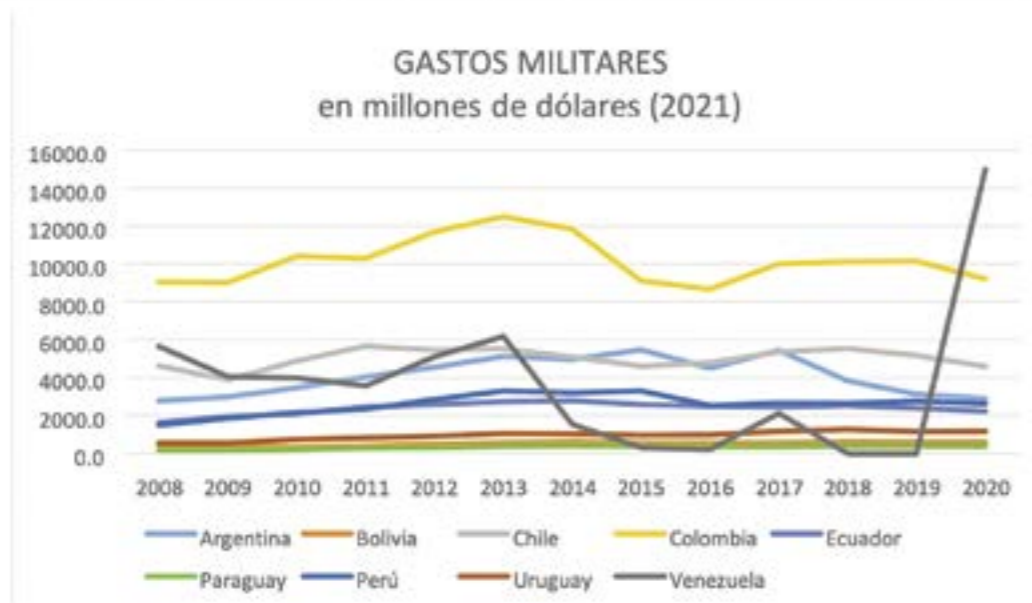


Ilustración 5: Gasto militar de los países de la región
Fuente: SIPRI Military Expenditure Database (SIPRI, 2021)
Elaborado por: El autor

La primera corresponde exclusivamente a Colombia y Venezuela, siendo la primera quien ha mantenido un nivel de gasto militar superior a los 8 mil millones de dólares, principalmente apoyada por EEUU y los programas de soporte de ventas y financiamiento militar al exterior (FMS, FMF), que le han proporcionado la renovación y repotenciación de su material bélico.

En una segunda banda se encuentran los países de Chile, Argentina, Perú y Ecuador, los cuales se mantienen entre los 2000 a 6000 millones de dólares, considerando que Venezuela estuvo dentro de este margen hasta el año 2013, después de lo cual debido a la crisis económica e inflación redujo su nivel de gasto, en tal forma que no son procesables ya los datos del 2018 según SIPRI.

El tercer grupo de países corresponden a Bolivia, Paraguay y Uruguay, cuyo gasto militar es inferior a los 2000 millones de dólares y se ha mantenido en esos valores por la última década. Las tendencias de gasto en forma individual presentan una relación positiva de crecimiento para Colombia y Chile, manteniéndose el resto de los países con una tasa de crecimiento muy reducida que sería prácticamente similar entre los últimos periodos.

Como un dato especial, se desconoce los valores reales del gasto militar en Venezuela, y el portal Sipri no presenta información de este país desde el año 2018, siendo por otras como Diario crítico el que estima el gasto militar de esta nación para el 2020 en 15 mil millones de dólares, lo cual significaría el mayor crecimiento en gasto militar de la región. (Diario crítico, 2020)

Comparación del gasto militar per cápita desde el 2008

Con el fin de establecer una comparación más específica con relación al tamaño poblacional, se analiza también el gasto militar per cápita de cada uno de los países.

País	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Argentina	69.6	73.7	85.0	98.1	109.3	121.8	116.8	127.3	103.6	124.3	86.6	70.0	64.3
Bolivia	33.7	35.0	32.6	39.5	48.2	53.5	58.5	52.9	50.1	51.3	54.5	52.0	52.2
Chile	277.8	231.1	286.8	330.0	314.1	314.7	287.3	257.7	263.4	290.7	296.1	273.4	240.7
Colombia	204.5	201.9	230.5	225.7	254.1	268.9	252.2	192.1	180.1	204.8	204.1	202.0	181.1
Ecuador	113.2	131.9	139.5	161.0	167.4	174.2	174.7	160.2	152.4	146.7	149.2	138.1	127.2
Paraguay	27.7	27.3	32.7	45.0	50.0	57.0	60.4	57.8	50.6	50.7	55.6	53.3	51.1
Perú	52.6	64.2	75.1	80.5	96.9	111.0	106.9	108.7	82.0	84.8	82.8	85.1	79.9
Uruguay	170.0	172.3	224.9	244.8	273.6	308.3	304.2	284.3	288.6	339.2	368.5	333.6	335.0
Venezuela	204.8	144.7	140.3	123.8	174.2	208.2	51.8	10.7	7.3	72.4



Ilustración 6: Gasto militar de los países de la región per cápita
 Fuente: SIPRI Military Expenditure Database (SIPRI, 2021)
 Elaborado por: El autor

Al analizar el gasto militar per cápita se resalta el caso de Uruguay que es el país que mantiene los valores altos con relación a su presupuesto y la población total; se ubica junto con Chile y Colombia como los de mayor gasto per cápita.

Un segundo grupo de países se integra con Ecuador, Argentina y Perú que se ubican en el rango de los 100 dólares per cápita. Igual que en el análisis anterior los países de Bolivia, Venezuela y Paraguay son los de menor gasto per cápita. De igual forma que el análisis anterior, no se cuenta con los datos oficiales de Venezuela, pero se estima un crecimiento de este indicador al haber reducido su población drásticamente y aumentado su gasto militar.

Comparación del gasto militar con relación al producto interno bruto (PIG /GDP)

Uno de los indicadores más importantes para conocer el interés del Estado para el sector defensa se constituye en el valor que relaciona su PIB con los gastos en defensa, lo cual se muestra a continuación:

País	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Argentina	0.8%	0.9%	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%	0.9%	0.9%	0.8%	0.9%	0.7%	0.7%	0.8%
Bolivia	2.0%	2.0%	1.7%	1.7%	1.8%	1.8%	1.9%	1.7%	1.6%	1.5%	1.5%	1.5%	1.6%
Chile	2.6%	2.3%	2.2%	2.3%	2.0%	2.0%	2.0%	1.9%	1.9%	1.9%	1.9%	1.8%	1.9%
Colombia	3.7%	3.9%	3.6%	3.1%	3.2%	3.3%	3.1%	3.1%	3.1%	3.2%	3.1%	3.1%	3.4%
Ecuador	2.7%	3.1%	3.0%	3.1%	2.9%	2.9%	2.7%	2.6%	2.5%	2.4%	2.4%	2.2%	2.4%
Paraguay	0.7%	0.8%	0.8%	0.8%	1.0%	1.0%	1.0%	1.1%	1.0%	0.9%	1.0%	1.0%	1.0%
Perú	1.2%	1.5%	1.5%	1.4%	1.5%	1.6%	1.6%	1.7%	1.3%	1.2%	1.2%	1.2%	1.3%
Uruguay	1.9%	1.8%	1.9%	1.7%	1.8%	1.8%	1.8%	1.8%	1.9%	2.0%	2.1%	2.1%	2.3%
Venezuela	1.8%	1.2%	1.0%	1.1%	1.3%	1.7%	1.2%	0.9%	0.5%	2.2%

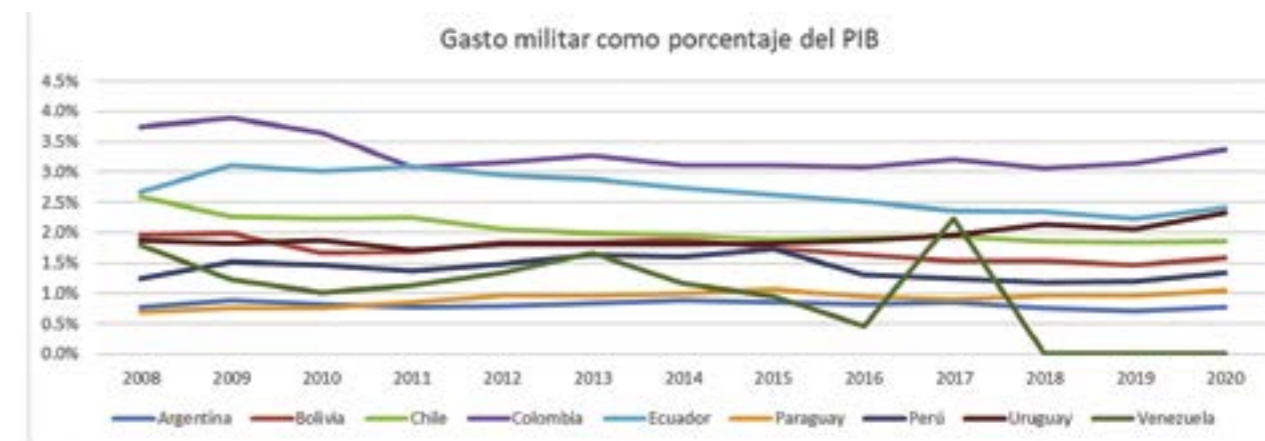


Ilustración 7: Gasto militar como porcentaje del PIB
 Fuente: SIPRI Military Expenditure Database (SIPRI, 2021)
 Elaborado por: El autor

Analizando el porcentaje del gasto militar con relación al PIB, se muestra que Colombia, Ecuador y Uruguay son los países que mantienen el nivel de gasto más alto con relación a su economía, mientras que Argentina, Paraguay y Perú han mantenido valores estables con este tipo de gasto. No se cuenta con información actual sobre Venezuela.

Como se menciona en el estudio: The relationship between military expenditures and economic growth,

“Desde el punto de vista económico, los gastos militares representan un instrumento de políticas públicas con un efecto multiplicado en la economía real. Más específicamente, estos gastos pueden ayudar a crear infraestructura social y otras formas de bienes públicos. La investigación reciente subraya que, de acuerdo con su clasificación funcional, la estructura de los gastos militares proporciona una descripción más cercana de cómo la intervención estatal puede estimular el proceso de desarrollo del sector real. Además, esto podría revelar más detalles sobre la influencia específica en el crecimiento, en comparación con el nivel general de gastos presupuestarios. Los estudios económicos centrados en el impacto de la industria militar en el crecimiento económico explican con frecuencia la evolución del PIB o la tasa de crecimiento del PIB en función de un conjunto de factores exógenos, estimando los coeficientes de regresión de estos factores y especificando su intensidad y significación estadística con referencia a su influencia en el proceso de crecimiento económico”. (Lobont, 2019)

Considerando el comentario del estudio mencionado anteriormente, las estadísticas presentadas requieren una profundización que relacione la estructura real de los gastos para identificar su incidencia, ya sea positiva o negativa en la economía de un país. El caso de Sudamérica es único, y amerita entender a profundidad no solo las estructuras de gasto sino el crecimiento global de su economía, la cual crece a un ritmo muy diferente con respecto a otras partes del mundo.

CONCLUSIONES

El análisis del marco legal para el funcionamiento de las Fuerzas Armadas en la región es similar, sin embargo, no se expresa en las misiones las nuevas tareas que desempeñan las FFAA en los diferentes países con relación a las amenazas asimétricas.

En la región, Colombia es quien mantiene el nivel de gasto militar más alto en términos absolutos, lo cual se relaciona directamente con el número de efectivos que es muy superior a todos los países de la región, y que concuerda con el resto de indicadores de la defensa.

La cantidad de efectivos en relación con el territorio muestra una brecha mucho más amplia con los extremos de Colombia, Ecuador y Uruguay al relacionarlos con Paraguay, nación que cuenta con pocos efectivos para toda su extensión territorial.

Basados en el índice de potencia militar, la región analizada también presenta un gran desbalance de poder, teniendo a sus extremos positivos a Argentina, Perú y Colombia mientras que Uruguay y Paraguay mantienen un bajo potencial.

No se dispone de datos oficiales a partir del 2017 de los indicadores de gasto de Venezuela. Este documento refleja las desigualdades en la asignación presupuestaria para las Fuerzas Armadas de la región, pese a tener amenazas similares, por lo que se deberá profundizar en un estudio de la estructura de los costos de los presupuestos de cada nación, de tal forma que se diferencien aquellos dedicados únicamente al gasto corriente de los que conllevan un verdadero crecimiento a través de las inversiones, relacionándolos con el crecimiento de su economía.

REFERENCIAS

- Asamblea Constituyente. (1999). Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. Obtenido de https://www.oas.org/juridico/mla/sp/ven/sp_ven-int-const.html
- Asamblea Nacional. (2008). Constitución de la República del Ecuador. Obtenido de https://www.oas.org/juridico/mla/sp/ecu/sp_ecu-int-text-const.pdf
- Congreso Constituyente Democrático. (1993). Constitución de la República del Perú. Obtenido de https://www.oas.org/juridico/spanish/per_res17.pdf
- Congreso Nacional. (2008). Nueva Constitución Política del Estado. Obtenido de http://www.mindef.gob.bo/mindef/sites/default/files/nueva_cpe_abi.pdf
- Convención Nacional Constituyente. (1992). Constitución de la República del Paraguay. Obtenido de <http://digesto.senado.gov.py/archivos/file/Constituci%C3%B3n%20de%20la%20Rep%C3%ABlica%20del%20Paraguay%20y%20Reglamento%20Interno%20HCS.pdf>
- Corte Constitucional. (2016). Constitución Política de Colombia. Obtenido de <http://www.corteconstitucional.gov.co/inicio/Constitucion%20politica%20de%20Colombia.pdf>
- Decreto Supremo 100. (2010). Constitución Política de la República. Obtenido de https://www.oas.org/dil/esp/Constitucion_Chile.pdf
- Diario crítico. (2020). Obtenido de <https://www.diariocritico.com/noticia/291331/sinclasificar/gasto-militar-de-venezuela-asciende-a-mas-de-15-mil-millones-dedolares.html>
- Espinosa, C. (2018). Realismo Político en Maquiavelo. Obtenido de <https://cgqcl.blogspot.com/2011/11/realismo-politico-en-maquiavelo.html>
- Global Fire Power. (2021). Obtenido de <https://www.globalfirepower.com/defensespending-budget.asp>
- IMPO Ley N° 18650. (2010). LEY MARCO DE LA DEFENSA NACIONAL. Obtenido de <http://www.imo.com.uy/bases/leyes/18650-2010>
- Lobont, O. G. (2019). Correlation of military expenditures and economic growth. (Springer, Ed.) Obtenido de <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s11135019-00910-9.pdf>
- RESDAL. (2011). Obtenido de <https://www.resdal.org/Archivo/ag-dem-mesa2.htm>
- SIPRI. (2021). SIPRI Military Expenditure Database. Obtenido de <https://www.sipri.org/databases>.



ARTÍCULO Nro. 2

MEJORA DEL PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD DEL MANTENIMIENTO DE LAS AERONAVES A FIN DE GARANTIZAR SU AERONAVEGABILIDAD.

TCrn. EMT. Avc. Nel Vaca Flores

RESUMEN

El presente proyecto tiene por objeto mejorar el proceso de control de calidad del mantenimiento de las aeronaves a fin de garantizar su aeronavegabilidad, optimizando la gestión de recursos, identificando oportunidades de mejora continua, de tal forma que permita satisfacer de manera efectiva los requerimientos de las operaciones de vuelo programadas por el COAD. Es necesario considerar que todas las áreas logísticas están involucradas en esta mejora como son talento humano, partes y repuestos, mantenimiento, control y aseguramiento de la calidad desde que se recibe una aeronave hasta cuando se entrega posterior al vuelo de comprobación funcional.

El proceso de mejorar el control de calidad del mantenimiento de una aeronave se lo puede realizar al disminuir horas/hombre, reducción de costos y mejoramiento de la productividad, de esta manera se podrá incrementar el desempeño del talento humano, combinar ciertas actividades de similares características, aumentar niveles de operación y aeronavegabilidad y eliminar actividades que no agregan valor, tanto en movimientos, transporte, inventarios, así como implementar acciones de mejora continua para la Fuerza Aérea Ecuatoriana.

PALABRAS CLAVE:

Procesos, calidad, mantenimiento, aeronavegabilidad, recursos.

ABSTRACT:

The present work aims to improve the quality control process of aircraft maintenance to guarantee their airworthiness, optimizing resource management, identifying opportunities for continuous improvement, in such a way that it allows to effectively satisfy the requirements of the flight operations scheduled by the COAD. It is necessary to consider that all logistics areas are involved in this improvement, such as human resources, parts and spares, maintenance, control, and quality assurance from the moment an aircraft is received until it is delivered after the functional check flight. The process of improving the quality control of the maintenance of an aircraft can be carried out by reducing man-hours, reducing costs and improving productivity, in this way it will be possible to increase the performance of technicians, combine certain activities with similar characteristics, increase levels of operation and airworthiness and eliminate activities that do not add value, both in movements, transportation, inventories, as well as implement continuous improvement actions for the Ecuadorian Air Force.

Keywords: processes, quality, maintenance, airworthiness, resources.

INTRODUCCIÓN

La actividad aeronáutica mundial en general y el militar en particular por estar ligada directamente a la tecnología ha realizado grandes avances que traen consigo cambios tanto internos como externos en las organizaciones que operan y dan mantenimiento a las aeronaves, es por ello que estos trabajos deben ser de calidad, que permitan garantizar la seguridad en las operaciones aéreas puesto que un mínimo error en un proceso de mantenimiento puede desencadenar desde incidentes o hasta graves accidentes con pérdidas de vidas humanas y cuantiosos daños materiales.

El mantenimiento de las aeronaves en la Fuerza Aérea Ecuatoriana enfrenta día a día retos en la aeronavegabilidad ya que deben estar apegados a estándares internacionales que garanticen la seguridad operacional, es por esta razón que se exigen que sus procesos deben realizarse en Grupos Logísticos debidamente equipados con personal de técnicos altamente capacitados en diferentes niveles de complejidad que cumplan con los parámetros de calidad establecidos por los fabricantes.

Actualmente la FAE, debido a la baja asignación de recursos económicos por parte del Estado durante varios años, dispone de una flota de aeronaves que por su antigüedad requieren del mejoramiento del proceso de control de calidad del mantenimiento para garantizar su aeronavegabilidad.

Esta mejora continua se basa en el incremento de las fortalezas disponibles en la Institución y minimizando las debilidades, con el fin de garantizar el tiempo de vida útil de los aviones y su disponibilidad, todo esto en cumplimiento de la misión asignada constitucionalmente a la Fuerza Aérea Ecuatoriana.

METODOLOGÍA Y MATERIALES

Modelo CANVAS

El modelo CANVAS tiene el objetivo de analizar diferentes modelos de negocio antes de lanzarlos al mercado. Mediante el desarrollo de nueve áreas relacionadas, se evalúa la viabilidad económica a partir del valor agregado real de una idea de negocio (Conviert, 2018).

Aliados Clave	Actividades Clave	Propuesta de Valor	Relación con el Cliente	Segmentos de Clientes
<ul style="list-style-type: none"> • DIAF • Casas Fabricantes • Proveedores Certificados • DGAC • FAA. • Fuerzas Aéreas Amigas 	<ul style="list-style-type: none"> • Cadena de distribución • Convenios • Administración de recursos y medios <p>Recursos Clave</p> <ul style="list-style-type: none"> • Equipos y herramientas de punta • Técnicos capacitados • Manuales técnicos • Infraestructura aeronáutica 	<ul style="list-style-type: none"> • Efectividad en las operaciones. • Conservación de medios y recursos • Aeronavegabilidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Más aviones y medios disponibles. • Soporte logístico • Seguridad operacional <p>Canales</p> <ul style="list-style-type: none"> • OLFAMIA • OLFABRAS • Intranet • Zimbra • SIMA 	<ul style="list-style-type: none"> • Comando de Operaciones Aéreas y Defensa. (COAD) • Dirección General de Logística FAE (DIGLOG) • Grupos y Escuadrones Logísticos 
<p>Estructura de Costes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Servicios básicos. • Materiales de oficina • Capacitación y entrenamiento • Suscripciones técnicas • Asesorías • Calibración de equipos. • Arreglos y adecuaciones de la infraestructura • Adquisición de herramientas y equipos 		<p>Estructura de Ingresos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Presupuesto asignado • Proyecto de inversión 		

Tabla: Muestra de expertos. Etapa 2 y 3.
Elaborado por: Autores.

A continuación, veremos cada área interrelacionada siguiendo el orden del gráfico explicativo CANVAS (de izquierda a derecha y de arriba abajo) con los elementos ya incluidos correspondientemente los procesos de mantenimiento, aeronavegabilidad y seguridad operacional:

Metodología de la investigación que han aplicado (diseño exploratorio y/o conclusivo)

La metodología aplicada en la presente investigación es de tipo conclusivo, ya que a partir de ella nos permite evaluar y seleccionar la mejor opción en la toma de decisiones para mejorar el "Proceso de control de calidad del mantenimiento de las aeronaves a fin de garantizar su aeronavegabilidad". Esta investigación es formal y estructurada, basada en muestras amplias y representativas, de los cuales se realiza un análisis profundo de los datos cuantitativos obtenidos. Los resultados se utilizan para la toma de decisiones a por el alto mando de la FAE (Mariaha, 2011).

Identificación de los beneficiarios de la iniciativa (stakeholders)

Los stakeholder, son los involucrados directos e indirectos de una organización que, teniendo algún tipo de interés en las operaciones empresariales, le ofrecen su apoyo y ante los cuales la institución es responsable (Calderón, 2006). Por tanto, para este proyecto, se han definido diferentes interesados tales como:

- A nivel de empresas y organizaciones, este proyecto requiere certificados, aprobaciones, o permisos para ser ejecutado y poder realizar su actividad, como:
 - Dirección General de Logística FAE.
 - Dirección de la Industria Aeronáutica de la Fuerza Aérea.
 - Empresas proveedoras de partes y servicios aeronáuticos nacionales e internacionales.
- A nivel de usuarios, personas que van a usar el producto resultante de nuestro proyecto, y que por tanto mostrarán su satisfacción o insatisfacción con este.
 - Comando de Operaciones Aéreas y Defensa Ecuatoriana.
 - Grupos Logísticos FAE.
 - Escuadrones de Mantenimiento FAE.

Alcance, objetivos SMART, restrictores, supuestos del proyecto.

Alcance

El alcance del proyecto para mejorar el proceso de control de calidad del mantenimiento de las aeronaves a fin de garantizar su aeronavegabilidad, se relaciona directamente con los trabajos de primero, segundo y tercer nivel de mantenimiento, y que ayudará en el incremento de la disponibilidad de las aeronaves y de productividad las dependencias encargadas de esta función logística en la FAE:

- Dirección General de Logística FAE.
- Grupos Logísticos FAE
- Escuadrones de Mantenimiento FAE
- Dirección de la Industria Aeronáutica FAE

Objetivos SMART

- Mejora de los procesos de control de calidad del mantenimiento de las aeronaves de la FAE mediante el cumplimiento de los objetivos planteados:
- SMART1: Aumentar la disponibilidad de las aeronaves en un 20% en el año 2023, respecto al año 2021.
- SMART2: Reducir los costos y gastos de la organización en un 10% en el año 2023 respecto al año 2021.

Tabla 1 Objetivos SMART para mejora QC mantenimiento FAE

Área	Objetivos	Específico	Medible	Alcanzable	Relevante	A tiempo
Recursos Humanos	Capacitación recibida	Capacitar al área de mantenimiento y aeronavegabilidad	Cumplir con el plan de capacitación aumentará la disponibilidad de aeronaves un 20%	Una vez realizado el análisis se concluye que se puede cumplir	Si, ya que no se había recibido capacitado recurrente en este ámbito	Marzo 2022
Infraestructura aeronáutica	Adecuación de las instalaciones	Adecuar las instalaciones de los Grupos Logísticos de la FAE	Reparar instalaciones aumentará la disponibilidad de aeronaves un 20%	Una vez realizado el análisis se concluye que se puede cumplir	Si, ya que es necesario contar con al menos el 80% de la infraestructura en buenas condiciones	Junio 2022
Equipos	Adquisición y actualización de equipos y bancos de prueba	Comprar y actualizar equipos y bancos de prueba	Adquirir y actualizar equipos, bancos de prueba aumentará la disponibilidad de aeronaves un 20%	Una vez realizado el análisis se concluye que se puede cumplir	Si, ya que es necesario adquirir y actualizar con al menos el 80% de los equipos requeridos para el mantenimiento	Junio 2023
Documentos técnicos	Adquisición y actualización de documentación, manuales técnicos y suscripción de información técnica	Comprar y actualizar suscripciones de información técnica y manuales técnicos	Adquirir y actualizar documentación técnica aumentará la disponibilidad de aeronaves un 20%	Una vez realizado el análisis se concluye que se puede cumplir	Si, ya que es necesario contar con el 100% de la documentación técnica para cumplir con las labores de mantenimiento	Septiembre 2023
Software	Adquisición de un servidor y nuevo software de simulación de procesos y análisis de datos estadísticos	Comprar un servidor y un software de simulación de procesos y análisis de datos estadísticos	Adquirir un servidor y software de simulación de procesos y análisis de datos estadísticos reducir los costos y gastos de la organización en un 15%	Una vez realizado el análisis se concluye que se puede cumplir	Si, ya que es necesario contar con el 100% del servidor y software de simulación de procesos y análisis de datos estadísticos	Diciembre 2023

Fuente: Propia

Restrictores

- Crisis económica nacional y regional, apreciación del dólar, baja del precio de los commodities.
- Políticas de gobierno con respecto a las FFAA.
- Limitado número de proveedores que afectan la competitividad y generan aumento de precios y tiempos de entrega.
- Personal técnico insuficiente en las distintas especialidades.
- Diversidad de equipos de vuelo que limitan la estandarización y retrasa el desarrollo tecnológico.

Supuestos en la mejora de los procesos

Los supuestos son todas aquellas condiciones o factores suficientes para garantizar el éxito del proyecto en cada uno de sus niveles: Fin, propósito, componentes y actividades; sin embargo, no son controlables por el equipo proyectista. Dicho de otra forma, un supuesto es un dato que asumimos como cierto. En este sentido, debemos procurar cumplir con los supuestos para tener éxito con el proyecto tanto a nivel inmediato como de largo plazo (Ingenioempresa, 2017).

Debemos resaltar que existe un supuesto genérico externo en todo el proyecto, el mismo que consiste en la asignación del presupuesto necesario a FFAA., por parte del Ministerio de Finanzas, condicional establecida en la proforma del Presupuesto General del Estado (PGE) 2021 debido a que la Fuerza Aérea es una institución pública, en la siguiente tabla puntualizaremos los supuestos internos hallados en las actividades de los objetivos planteados:

Tabla 2 Supuestos internos del proyecto

AREA	OBJETIVOS	SUPUESTOS
Recursos Humanos	Capacitación procesos de mantenimiento Aeronáutico	<ul style="list-style-type: none"> • El COED aprueba y autoriza el plan de estudios • La DIRPLAN aprueba y asigna los recursos económicos para la capacitación del personal. • La DIGLOG autoriza la capacitación del personal técnico • La DIGLOG aprueba y autoriza el plan para el mantenimiento y adecuación de la Infraestructura aeronáutica
Infraestructura aeronáutica	Adecuación de las instalaciones	<ul style="list-style-type: none"> • La DIRPLAN aprueba y asigna los recursos económicos para la adecuación de las instalaciones • La DIGLOG ejecuta los procesos de contratación de servicios para el mantenimiento de la infraestructura aeronáutica de FAE
Equipos	Adquisición y actualización de equipos y bancos de prueba	<ul style="list-style-type: none"> • La DIGLOG aprueba y autoriza el plan para la adquisición y actualización de equipos y bancos de prueba • La DIRPLAN aprueba y asigna los recursos económicos para la adquisición y actualización de equipos y bancos de prueba • La DIGLOG ejecuta los procesos de compra de equipos y bancos de prueba para el mantenimiento de la FAE
Documentos técnicos	Adquisición y actualización de documentación, manuales técnicos y suscripción de información técnica	<ul style="list-style-type: none"> • La DIGLOG aprueba y autoriza el plan para la adquisición y actualización de documentación, manuales técnicos y suscripción de información técnica • La DIRPLAN aprueba y asigna los recursos económicos para la adquisición y actualización de documentación, manuales técnicos y suscripción de información técnica • La DIGLOG ejecuta los procesos de compra y contratación de servicios para adquirir la documentación, manuales técnicos y suscripción de información técnica para la FAE
Software	Adquisición de un servidor y nuevo software de simulación de procesos y análisis de datos estadísticos	<ul style="list-style-type: none"> • La DIGLOG aprueba y autoriza el plan para la adquisición de un servidor y nuevo software de simulación de procesos y análisis de datos estadísticos • La DIRPLAN aprueba y asigna los recursos económicos para la adquisición de un servidor y nuevo software de simulación de procesos y análisis de datos estadísticos • La DIGLOG ejecuta los procesos de compra de un servidor y nuevo software de simulación de procesos y análisis de datos estadísticos para la FAE

Fuente: Propia

Planeación de los recursos físicos

La ejecución de este proyecto, se lo realizara a través de sus Grupos Logísticos FAE, dentro del cual se han determinado que los recursos son necesarios para:

- Implementar y mantener el proceso de control de calidad y mejorar continuamente su eficacia, y
- Garantizar la aeronavegabilidad de los diferentes equipos de vuelo mediante el cumplimiento de sus requisitos (DGAC, 2017).

Infraestructura

De acuerdo al trabajo que realizan los Grupos Logísticos de los diferentes repartos FAE, poseen la infraestructura e instalaciones necesarias, para lograr y asegurar el cumplimiento de todas las actividades que se realizan en la ejecución de los trabajos de mantenimiento como son: oficinas administrativas, hangares, talleres, laboratorios, paños, bodegas, bibliotecas técnicas y aulas de clases.

Todas estas instalaciones serán utilizadas para cumplir con el proyecto, ya que las mismas serán inspeccionadas para verificar el cumplimiento de las normas aeronáuticas que garanticen la aeronavegabilidad de los aviones en la Fuerza Aérea.

Equipos y herramientas

Los equipos y herramientas necesarias para realizar el mantenimiento han sido distribuido de acuerdo a su uso en las áreas respectivas. Cada equipamiento posee un número de parte y serie y son mostrados en el control de calibración de Herramientas y Equipos que reposa en la oficina de Control de Calidad. Cada Supervisor es responsable de asegurar que área de trabajo posea el equipamiento necesario para realizar el mantenimiento requerido. Los manuales de mantenimiento u otra información técnica aprobada serán utilizados para verificar las herramientas y materiales requeridos.

Ninguna persona podrá utilizar herramientas y equipos que no estén calibrados e identificados adecuadamente. Toda herramienta o equipo deberá poseer su sticker de calibración y su número de identificación.

Materiales

Todos los materiales comprados y utilizados con propósitos de mantenimiento serán almacenados en la bodega, la misma que estará bajo control y custodia del Grupo Logístico y será mantenida y custodiada por el personal de Partes y Repuestos.

Todo el material almacenado en la bodega deberá ser identificado por su número de parte, nomenclatura y orden de compra, así como ingresado al inventario de la misma.

En la bodega se cuidará que exista una temperatura constante y se mantendrá limpia de polvo ambiental en cuanto sea posible. De existir un área de pintura, estará separada de la bodega, laboratorios y talleres para evitar contaminación.

Datos técnicos

Los Grupos Logísticos y su personal debe utilizar datos técnicos actualizados a fin de realizar

el mantenimiento, los mismos que hacen referencia a cualquier documento requerido para desarrollar el trabajo conforme a lo especificado en la orden de reparación/compra.

Los datos incluyen, pero no están limitados a:

- Manuales OEM.
- Manual de Mantenimiento del avión (MM)
- Component Maintenance Manuals (CMM), Overhaul Manuals (OHM) y Illustrated Part Catalogues (IPC).
- Diagramas de Cableado.
- Procedimientos de Pruebas.
- Ordenes de Ingeniería de Compañías (EO).
- Archivos.

Tecnologías de la información y comunicación

Es necesario considerar que, para el desarrollo de este proyecto, se requiere de un ERP (Sistema de planificación de recursos empresariales), el mismo que servirá para realizar la programación detallada de cada actividad y sus tareas (TIC Portal, 2019), confrontar los procesos estándar (best practices) de la solución con los procesos actuales y determinar la brecha existente, probar de forma íntegra su ejecución, y dar el soporte tecnológico necesario, para:

- Controlar y proyectar las actividades de mantenimiento aeronáutico.
- Implementar programas de mantenimiento preventivo.
- Llevar registro de costos de los objetos técnicos.
- Mantener un adecuado nivel de inventario de repuestos.
- Elaboración de presupuestos acorde con los objetivos del reparto o Ala.
- Mejora continua técnica (instalaciones / herramientas / equipos).

Planeación del equipo de trabajo

Los Grupos Logísticos poseen personal idóneo para mejorar el proceso de calidad, por lo cual, los encargados de realizar este importante trabajo tienen que estar debidamente calificados en base a:

- Educación recibida y a los requisitos necesarios para el puesto
- Entrenamiento realizado dentro y fuera de la organización
- Experiencia acumulada
- Habilitaciones aeronáuticas otorgadas por la DIGLOG

RESULTADO

Para mejorar el proceso de control de calidad del mantenimiento de las aeronaves y garantizan su aeronavegabilidad, a través de este proyecto se espera optimizar y mejorar el trabajo de todos quienes están involucrados en este proceso, lo cual se verá reflejado en mayor efectividad en la calidad del trabajo desarrollado (Pepper, 2011).

El desarrollo de este proyecto, brindará beneficios a la organización tales como:

- Mejorar los procesos de calidad.
- Garantizar la aeronavegabilidad de las aeronaves FAE
- Llevar un control y orden de los datos.
- Agilidad y seguridad en la información

En la siguiente matriz se analiza desde el punto de vista de factores productivos los costos y beneficios reales que conlleva la mejora en el proceso de mantenimiento aeronáutico:

Tabla 3. Costos de proyecto

Factores Productivos	Costo	Beneficio
Talento Humano	Capacitación del personal en diversos niveles 1. Técnico 2. Administrativo 3. Gerencial \$ 10.000.00	Mayor incentivo para el personal técnico y administrativo. Los técnicos podrán desarrollar sus funciones diarias con más facilidad y confiabilidad.
Infraestructura	Arreglo y adecuación de instalaciones del Grupo Logístico \$ 100.000.00	Mejora en la infraestructura existente en los Grupos Logísticos <ul style="list-style-type: none">• Hangares• Laboratorios• Talleres• Oficinas
Equipos y banco de prueba	Adquisición de equipos y bancos de prueba \$ 15.000.00	Actualización de equipos y bancos de prueba con nueva tecnología de los existentes en los Grupos Logísticos <ul style="list-style-type: none">• Equipos electrónicos• Bancos de prueba• Herramientas
Información Técnica	Adquisición de documentación, manuales técnicos y suscripción de actualizaciones de información técnica con los fabricantes \$ 20.000.00	Actualización de datos técnicos requeridos para el mantenimiento aeronáutico <ul style="list-style-type: none">• Manuales técnicos• CMM, OHM y IPC• Ordenes de Ingeniería• FAR, CFAR, SB, AD
TIC'S	Adquisición de un servidor y nuevo software de simulación de procesos y análisis de datos estadísticos. \$ 15.000.00	Optimización de recursos tecnológicos existente en la organización <ul style="list-style-type: none">• Red de trabajo• Intranet• Conexión a internet• Sistemas de comunicación
Total	\$ 160.000,00	Mayor agilidad y productividad en los trabajos de mantenimiento aeronáutico para garantizar la aeronavegabilidad de los equipos de vuelo de la FAE.

Fuente: Propia

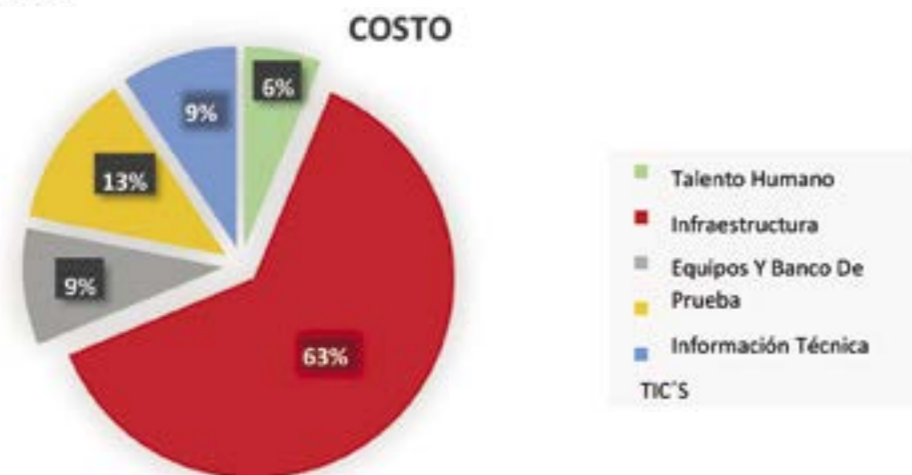


Figura 2. Porcentaje de presupuesto para cada factor
Fuente: Propia

Mejorar el proceso de control de calidad del mantenimiento de las aeronaves a fin de garantizar su aeronavegabilidad.

Flujo de efectivo proyectado para el periodo marzo-2022 a noviembre-2023

Detalle	Desembolsos a proyectar							
	1/3/2022	1/6/2022	1/9/2022	1/11/2022	1/3/2023	1/6/2023	1/9/2023	1/11/2023
Entradas de efectivo								
Total		10.000	123.000	131.000	136.000	144.000	151.000	159.000
Talento Humano	10.000							
Infraestructura		100.000						
Equipos			8.000	2.000	3.000	2.000		
Manuales		10.000			5.000		5.000	
Hardware y software		3.000		3.000		5.000	3.000	1.000
Subtotal Entradas de efectivo	10.000	113.000	8.000	5.000	8.000	7.000	8.000	1.000
Subtotal gastado en tiempo establecido	10.000	123.000	131.000	136.000	144.000	151.000	159.000	160.000

Figura 3 Flujo de caja del proyecto
Fuente: Propia

Planeación del proyecto

La planeación del proyecto ayuda a determinar el orden de las actividades, tareas y hace una estima el tiempo requerido para llevarlas a cabo la mejora del proceso de control de calidad del mantenimiento de las aeronaves a fin de garantizar su aeronavegabilidad. En este análisis se determinan los medios y recursos involucrados para dar cumplimiento a este proyecto según la exigencia académica (Reynaga, 2010).

El diagrama de Gantt va a incorporar dos variables de este proyecto como son: actividades y tiempos. A través de este esquema, se representan las actividades del proyecto "Mejorar el proceso de control de calidad del mantenimiento de las aeronaves a fin de garantizar su aeronavegabilidad", así como determinar sus rutas críticas, asignar recursos y supervisar del progreso del mismo de acuerdo a las fechas propuestas (Hoffmann, 2017).

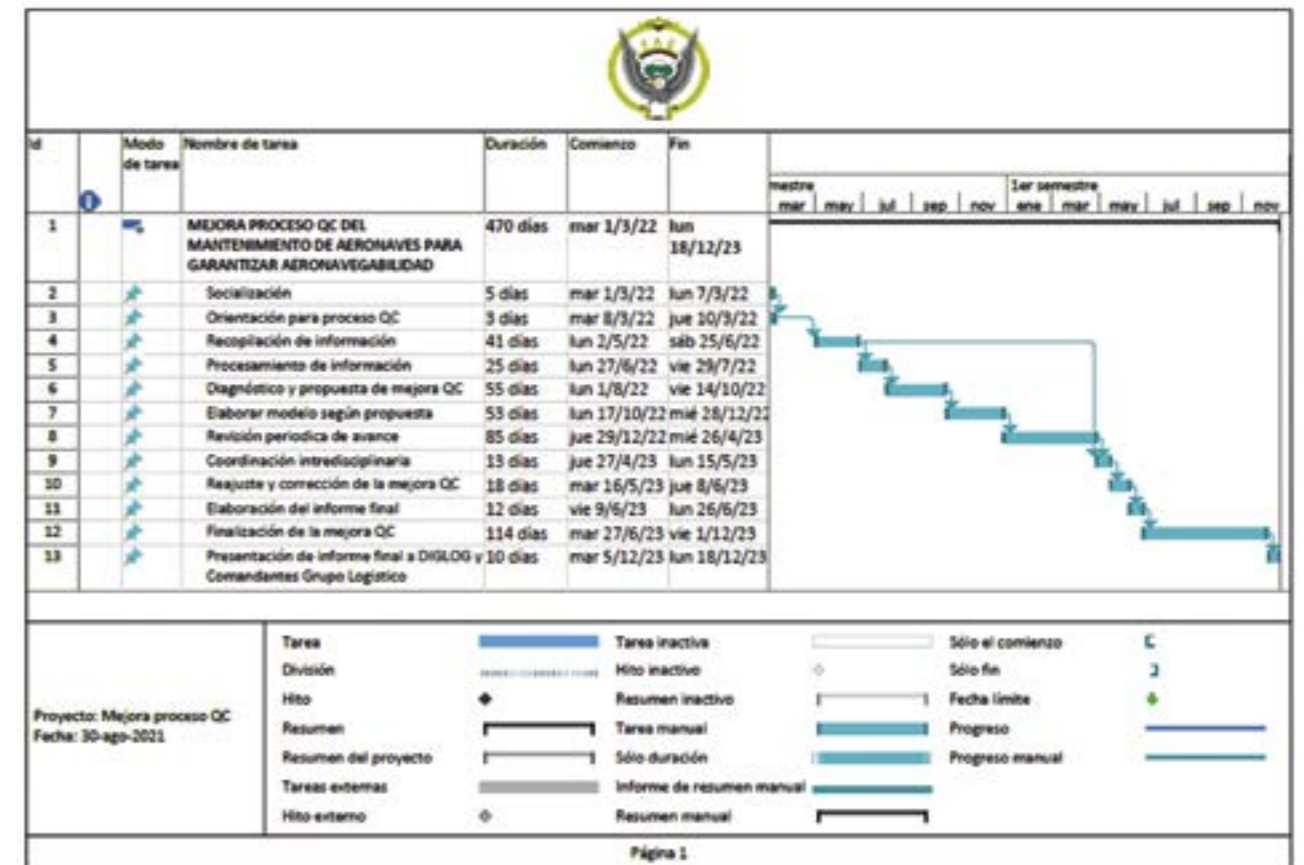


Figura 4. Diagrama Gantt del proyecto de mejora
Fuente: Propia

Planeación de indicadores de seguimiento y calidad

Para este proyecto es necesario recopilar y analizar los datos apropiados para demostrar la idoneidad y la eficiencia del proceso de control de calidad en aviación y evaluar dónde es necesario aplicar la mejora continua para garantizar así la aeronavegabilidad de los componentes aéreos. Estos indicadores deben incluir los datos generados en los Grupos Logísticos como resultado del seguimiento y la medida de la efectividad de los procesos de calidad en su conjunto. El análisis de datos que se registran en el Dpto.

Control de Calidad (Penabad et al, 2010), debe proporcionar información relativa a:

- Características y tendencias de los procesos y productos, incluyendo las oportunidades para acciones preventivas.
- La conformidad con los requisitos del producto.

Por tanto, para el presente proyecto se han determinado y asignado los siguientes indicadores de seguimiento y calidad a cada uno de los responsables del mismo:

Tabla 4. Indicadores del proyecto.

Responsable	Meta	Indicador	Frecuencia	Registro	Objetivo de Calidad
Comandante Logístico	100%	Cumplimiento de indicadores de Satisfacción: cliente externo e Interno.	Anual	Revisión por la DIGLOG	Cumplir objetivos el 100% en un año
Comandante Logístico	90%	Porcentaje de órdenes de trabajo entregadas = No. órdenes de trabajo realizadas / No. de aeronaves Ala	Anual	Encuestas. Número de órdenes de trabajo emitidas	Cumplir objetivos el 90% en un año
Comandante Escuadrón Mantenimiento	30%	Estadísticas de NO conformidades	Anual	Auditoria internas	Disminuir en un 30% las no conformidades respecto a la anterior
Jefe Dpto. Control de Calidad	80%	Porcentaje de elementos entregados = Número de elementos ingresados / Número de elementos retornados al servicio aeronavegables	Mensual	Informe Mensual	Registrar de trabajos realizados, informe mensual enviado a FAE
Supervisor Escuadrón Mantenimiento	90%	Porcentaje de aeronaves entregadas = Número de órdenes de trabajos de aeronaves terminadas / Número de órdenes de trabajos de aeronaves recibidas.	Trimestral	Informe trimestral	Registrar de trabajos realizados, informe trimestral enviado a FAE

Fuente: Propia

Estrategias

En las diversas instituciones y en especial en la Fuerza Aérea existen varias estrategias orientadas a la consecución de los objetivos institucionales (Mometolo, 2017); sin embargo,

para este proyecto se centrará en las actividades de organización, específicamente en lo que concierne a la a la comunicación estratégica y apoyo sus aliados-proveedores:

Estrategia de comunicación.

Los canales de comunicación idóneos para que el Comando de Operaciones y Defensa (COAD) y la Dirección General de Logística FAE (DIGLOG), conozcan y aprueben el proyecto será por medio de la aplicación de una estrategia de comunicaciones basada en la aplicación los canales respectivos:

- Determinar los grupos de interés: agruparlos para estandarizar los mensajes.
- Mapeo de las partes interesadas: para comprender el apoyo o la oposición que podría encontrar, por parte de diversos actores, en la planificación de un cambio, este mapa traza a los actores según su poder y por su apoyo o neutralidad activos o pasivos.
- Definir una estrategia para cada grupo: luego de haberse obtenido el mapeo de las partes interesadas se definirá una estrategia para cada grupo, por nivel de influencia.
- Medir la eficacia de la estrategia de comunicación: medir el desempeño para revisar las comunicaciones con los interesados, para realizar ajustes necesarios y todos orientarse a la misma meta.

Estrategia de aliados, socios o proveedores

Si se considera que las redes de proveedores y contactos son necesarias para que esta mejora funcione, esto dará la garantía de ser un complemento de lo que hacemos de manera autónoma (CorpVentures, 2014); los organismos con los cuales podemos establecer relaciones de cooperación son la DGAC, Fuerzas Aéreas Amigas, DIAF ya que mediante esta estrategia se logrará los objetivos del proyecto por un camino de menor riesgo, maximizando la probabilidad de éxito.

Establecer una relación Comprador – Proveedor entre la FAE y los fabricantes y proveedores Certificados, esta alianza asegura la adquisición de los recursos necesarios para generar valor.

CONCLUSIONES

Los Grupos Logísticos FAE tienen mucho potencial por explotar, tanto por su infraestructura instalada, experiencia adquirida y ubicación geográfica lo cual permitiría alcanzar las metas en este proyecto de mejora.

El personal técnico que labora en estas áreas técnicas es capacitado, calificado y poseedor de experiencia lo que ayudará a mejorar la productividad de la organización, así como a incrementar la aeronavegabilidad de tanto de aviones y de sus componentes aeronáuticos. Los talleres, hangares y laboratorios de los Grupos Logísticos cuentan con equipos y bancos de prueba que ya no están acorde a los requerimientos tecnológicos del momento, por lo que es necesario reemplazarlos a corto plazo.

Conociendo los costos que están involucrados en la mejora del proceso de control de calidad para garantizar la aeronavegabilidad de los equipos de vuelo de la FAE, se podrá establecer adecuadamente el beneficio para la organización.

Es necesario contar con datos estadísticos y de producción de los trabajos que ejecutan diariamente en los Grupos Logísticos, los mismos que al momento no se posee dentro de su información importante.

Para mejorar los procesos de mantenimiento, se debe contar con softwares especializados en la simulación y de procesamiento de datos estadísticos, que ayuden en la toma de decisiones del alto mando, en lo que respecta al Área Logística.

REFERENCIAS

- Calderón, N. (2006). Stakeholders - GestioPolis. Recuperado 27 de agosto de 2021, de <https://www.gestiopolis.com/stakeholders/>
- Conviert. (2018). Modelo Canvas: Cómo aplicarlo en la propuesta de valor de tu negocio. Recuperado 30 de agosto de 2021, de <https://conviertemas.com/que-es-la-metodologia-canvas-y-como-definirpropuesta-de-valor/>
- CorpVentures. (2014). Aliados clave. Empresariales. Recuperado de <https://es.slideshare.net/CorporacionVentures/aliados-clave-36804688>
- DGAC. (2017). RDAC-145. Recuperado de <http://www.aviacioncivil.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/07/RDAC-145.pdf>
- Hoffmann. (2017). Gráfico de Gantt para la programación de trabajos - Finance & Operations | Dynamics 365 | #MSDyn365FO. Recuperado 28 de agosto de 2021, de <https://docs.microsoft.com/es-es/dynamics365/unified-operations/supply-chain/production-control/visual-scheduling-production>
- Ingenioempresa. (2017). Los supuestos en la metodología de marco lógico. Recuperado 28 de agosto de 2021, de <https://ingenioempresa.com/supuestos-marco-logico/>
- Mariaha. (2011). Diseño de Investigación. Educación. Recuperado de <https://es.slideshare.net/mariaha93/diseo-de-investigacin-6907900>
- Mometolo, A. (2017). Estrategias Empresariales. Recuperado 27 de agosto de 2021, de <https://www.emprendices.co/estrategias-empresariales/>
- Penabad et al, A. A. (2010). Consideraciones para la mejora de los sistemas de gestión de la calidad en la Industria Biofarmacéutica. *Vaccimonitor*, 19(3), 30-38.
- Pepper, S. (2011). Optimización de procesos. *Medwave*, 11(07). <https://doi.org/10.5867/medwave.2011.07.5062>
- Reynaga, M. R. V. (2010). La planeación de tiempos y costos como estrategia en la administración de proyectos. *ITS*, 19.
- TIC Portal. (2019). ¿Qué es un sistema ERP? ¿Cuáles son los más adecuados? Recuperado 30 de agosto de 2021, de <https://www.ticportal.es/temas/enterprise->



ARTÍCULO Nro. 3

RADIO DEFINIDO POR SOFTWARE, SISTEMA PARA LOCALIZACIÓN DE AERONAVES “RADAR PASIVO”

Tcrn. EMT. Cristian Arias Espinosa
 Mayo. Téc. Avc. Juan Romero Mediavilla
 Capt. Téc. Avc. Andrés Carranco

RESUMEN

Summary: In this research, a passive radar was developed for the detection of aircraft flying at low altitude and low speed, taking advantage of the FM signals that exist in the environment, RTL-SDR modules are used that with the help of two antennas, one directional and one reference, the position of the object is detected through bounce and signal discrimination, for which several tests were carried out in based on frequencies that are in the FM range. For this, GNU radio is used and data processing with Python in the Anaconda guide that facilitates obtaining data visually through a video of the frequency of the Doppler effect vs the distance in kilometers. Likewise, the synchronization arrangement that is established between the RTL-SDR modules based on their oscillator is mentioned.

Keywords: Antenna, directional channel, Reference channel, Doppler, GNU Radio, Oscillator, RTL-SDR.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, se ha puesto de manifiesto la necesidad de desarrollar nuevas soluciones de vigilancia perimetral para infraestructuras críticas que hagan frente al uso malintencionado o negligente de aeronaves tripuladas y no tripuladas, una de las soluciones más eficientes para la detección cuando se aproximan a infraestructuras críticas, como unidades militares y áreas restringidas, es el uso de radares activos de alcance medio integrados con sensores ópticos, para la clasificación de la amenaza y con equipos de jamming, para su neutralización [1]. Sin embargo, con los medios de contra medidas electrónicas, dejan en evidencia su presencia; por lo que la solución es el uso de radares pasivos.

ARQUITECTURA DEL SISTEMA RADAR PASIVO

Radar Pasivo

A diferencia del radar activo, en donde se utiliza un transmisor y receptor dedicado, el radar pasivo utiliza transmisores de FM, TV(V-UHF) o teléfonos móviles (3G, LTE); es decir, que se aprovecha las señales que existen en el entorno [2], estos transmisores se refleja en objetos como vehículos de carretera y aeronaves. Mediante el uso de dos antenas en dos canales de recepción y un algoritmo para comparar la señal reflejada con una copia de referencia limpia

de la señal real, podemos lograr una visualización similar a un radar de rango biestático frente a velocidad Doppler; además, un radar pasivo simple tiene dos canales receptores separados, el primero se denomina canal de referencia, que recibe directamente la señal luminosa procedente del transmisor, el segundo es el canal de observación, que detecta los ecos de la señal luminosa que han rebotado en los objetivos del radar.

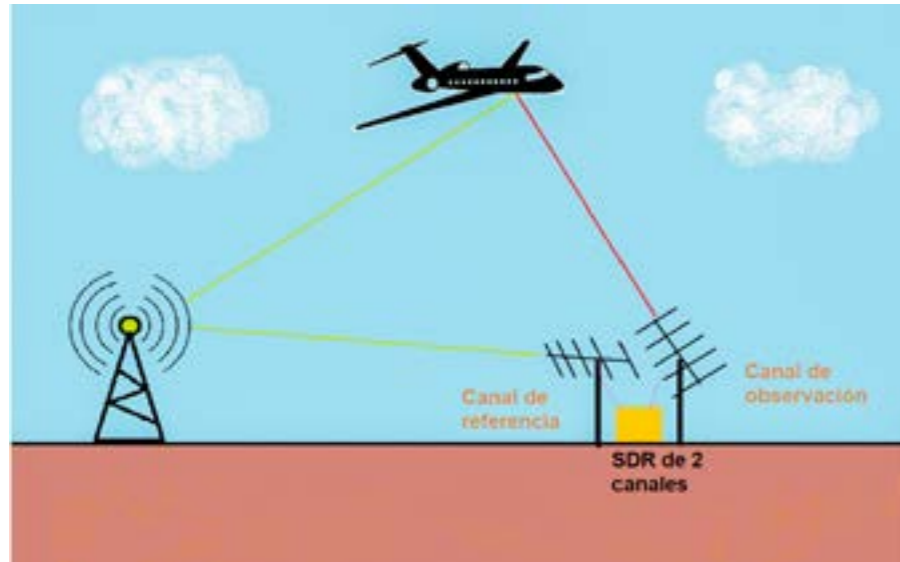


Figura 1. Representación del radar pasivo.

El radar pasivo ofrece la ventaja de ser indetectable, debido a que no emite ninguna señal. Además, estos sistemas suelen ser baratos y fácilmente transportable, incluso se puede lograr una configuración móvil, dada la amplia cobertura del transmisor de la señal de referencia a utilizar. Para implementar un sistema de radar pasivo se debe contar con un receptor RTL-SDR coherente de 2 canales, una antena direccional para el canal de observación y una antena monopolo para el canal de referencia. Se ha optado por trabajar en FM y el ancho de banda tanto para el canal de referencia, como para el de observación será de 2.4MHz.

Eliminación del desorden

Para explicar como un filtro adaptativo puede determinar los coeficientes óptimos, se empieza por construir un modelo de señal para los ecos de destino. La señal de eco de N objetivos diferentes se puede representar como una suma de N copias escaladas, retrasadas y con desplazamiento Doppler con respecto a la señal de referencia. En la siguiente fórmula w_k corresponde a la magnitud, d_k al retardo y f_k el desplazamiento Doppler del k -ésimo eco del objetivo. Mientras que F_s es la frecuencia de muestreo.

$$s_{tar}[n] = \sum_{k=0}^{N-1} w_k s_r[n - d_k] \exp\left(\frac{j2\pi n f_k}{F_s}\right)$$

Procesamiento Doppler

Cuando ya se ha eliminado el desorden las propiedades de interés son el retardo de tiempo y el desplazamiento Doppler de cada eco de los objetivos. Los cuales se relacionan con la distancia y la velocidad del objetivo, respectivamente. La relación exacta entre el tiempo y el desplazamiento Doppler depende de la geometría del receptor y del transmisor, así como de la ubicación y el rumbo del objetivo [3]. Los objetivos aparecerán como picos en esta superficie

a valores de τ y F correspondiente al retardo y desplazamiento Doppler de los ecos del objetivo. Para derivar el algoritmo rápido de ambigüedad cruzada, podemos volver a indexar la suma para dividirla en dos componentes.

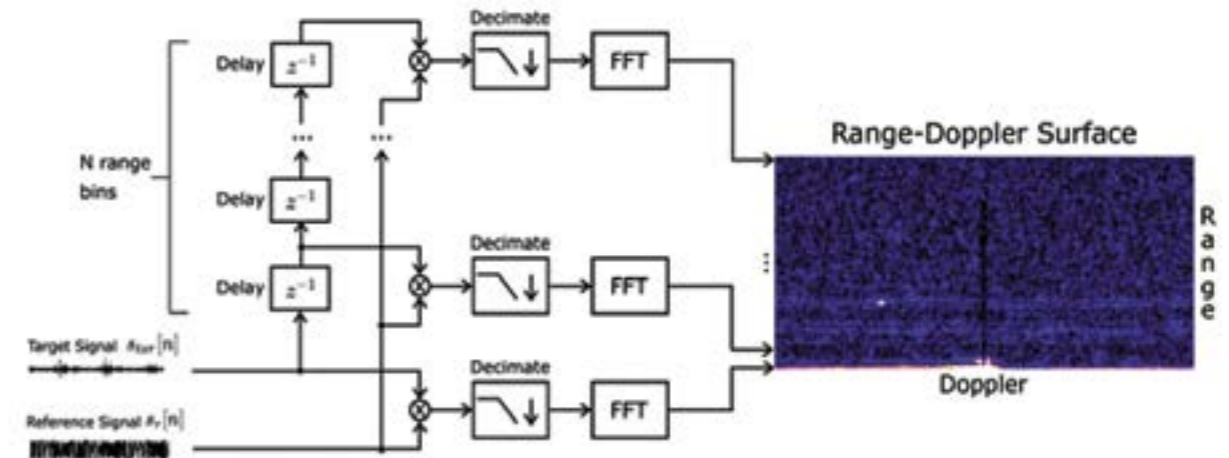


Figura 2. Diagrama de bloques de un algoritmo de ambigüedad cruzada.

Radio definido por software (RTL-SDR)

La RTL-SDR es una radio definida por software de un coste sumamente bajo basada en sintonizadores de TV DVB-T con chips RTL2832U. Para el presente proyecto se ha optado por adquirir dos receptores SDR. Para conseguir un receptor coherente de doble canal es necesario que los RTL-SDR utilicen un mismo reloj. En un artículo publicado en hackaday, disponible en <https://bit.ly/3eJCh1C>, se muestra la manera de unir dos SDR que utilizan osciladores de cristal comunes, aunque la manera en la que se hace es controversial, se muestra que en la práctica funciona. Los SDR que se adquirieron cuentan con osciladores TCXO. El TCXO es un oscilador de cristal de cuarzo que reduce la cantidad de cambio en la frecuencia de oscilación cuando ocurren cambios de temperatura ambiente. El TCXO proporciona un rendimiento mejorado a un oscilador de cristal estándar, especialmente en términos de estabilidad de frecuencia en un rango de temperatura.

Antena

La antena Yagi-Uda es conocida por su alta ganancia y directividad, características que son necesarias para el canal de observación del radar pasivo. La antena está formada por una combinación de 3 elementos principales, reflector, radiador (dipolo) y directores.

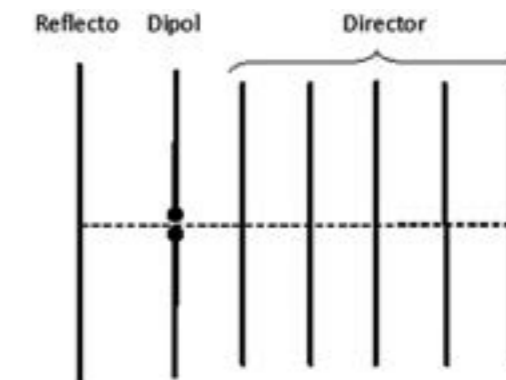


Figura 3. Representación de una antena Yagi de 7 elementos.

Considerando que vamos a trabajar en FM, reutilizando las señales que irradian los transmisores de las estaciones de radio, la antena Yagi-Uda de 5 elementos se ha diseñado para 102,1MHz. [2] Las ecuaciones para el diseño se muestran en la siguiente tabla.

Descripción	Ecuaciones de diseño
Longitud del reflector	$= \frac{\lambda}{2} = \frac{150}{f} [m]$
Longitud del dipolo	$= 0,95 \frac{\lambda}{2} = \frac{142,4}{f} [m]$
Distancia Reflector - Dipolo	$= 0,18\lambda = \frac{54}{f} [m]$
Distancia Dipolo - Director 1	$= 0,09\lambda = \frac{27}{f} [m]$
Distancia Director 1 - Director 2	$= 0,18\lambda = \frac{54}{f} [m]$
Distancia Director 2 - Director 3	$= 0,18\lambda = \frac{54}{f} [m]$

Tabla 1. Ecuaciones de diseño Yagi-Uda

Con la tabla anterior podemos calcular la longitud de los elementos y su posición, tomando como referencia el elemento reflector centrado en el punto 0. También se muestra la frecuencia a la que fue diseñada la antena.

Para la simulación de la antena se consideró 3/8 de pulgada de diámetro tanto para directores, dipolo y reflector[7]. Además, de las medidas especificadas en la tabla 3 y a una frecuencia central de 102,1MHz. Como resultado de la simulación en el software MMANA-GAL se obtuvo el diagrama de radiación, los valores de ganancia en dBd y dBi, impedancia de la antena y SWR, dichos resultados se muestran en las siguientes figuras.

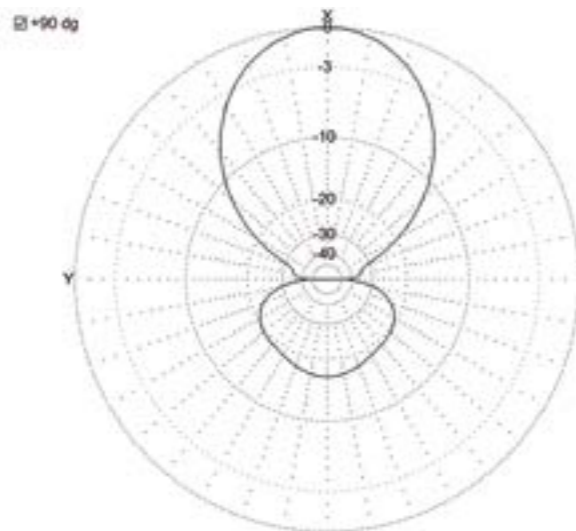


Figura 4. Diagrama de radiación de la antena Yagi-Uda de 5 elementos.

GNU Radio

GNU Radio es un kit de herramientas de desarrollo de software de código abierto y gratuito que proporciona bloques de procesamiento de señales para implementar radios de software.

Se puede utilizar con hardware de RF de bajo costo y fácilmente disponible para crear radios definidas por software (SDR), o sin hardware en un entorno similar a una simulación [8]. Se utiliza ampliamente en entornos de investigación, industria, academia, gobierno y aficionados para respaldar tanto la investigación de comunicaciones inalámbricas como los sistemas de radio del mundo real.

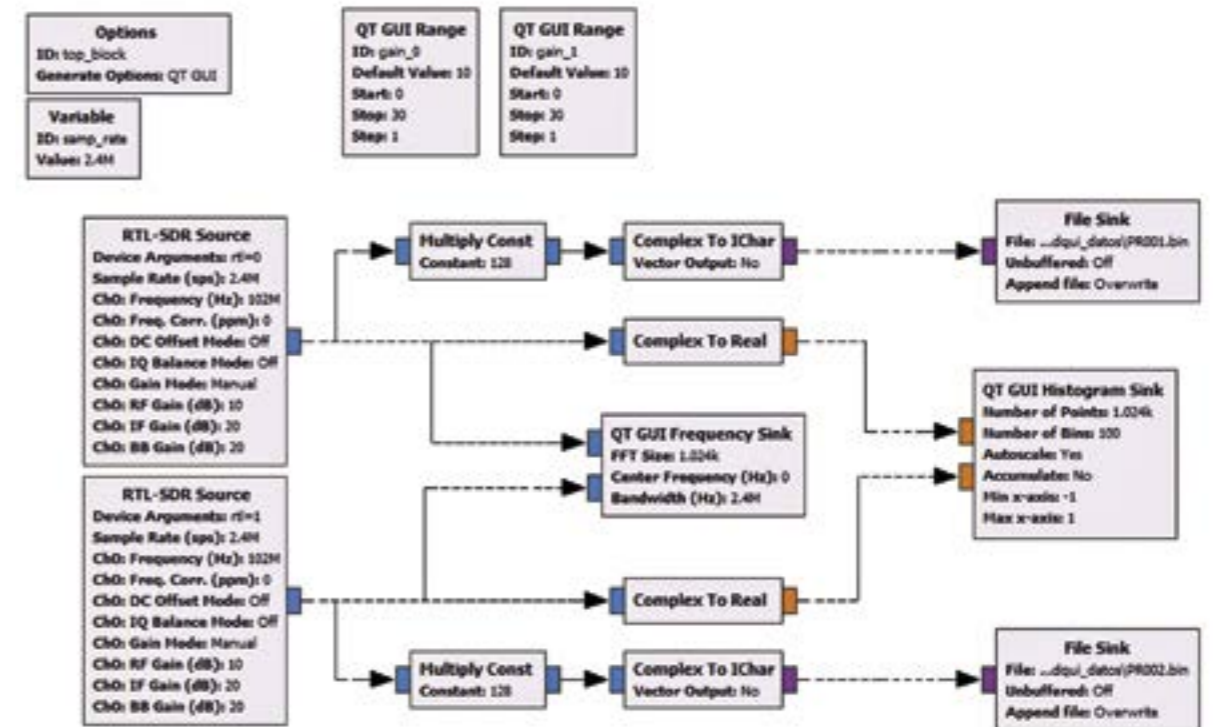


Figura 5. Diagrama de flujo para adquisición de datos de un sistema de radar pasivo.

Análisis de la viabilidad técnica

Con el diagrama de flujo configurado como en la figura 9, se puede ejecutar el diagrama de flujo en GN Radio obteniendo resultados que muestran los datos en frecuencia, tanto del canal de observación, como del canal de referencia. En este caso los datos en azul corresponde al canal de observación y los datos en rojo al canal de referencia.

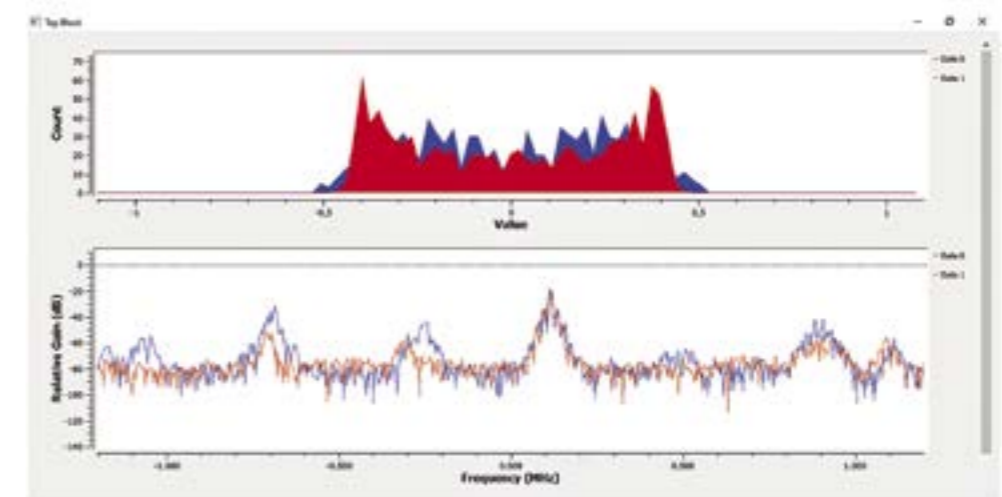


Figura 6. Histograma y datos en frecuencia con una ventana de 2,4MHz.

Luego de procesar la señal, a partir del corte para Doppler cero de la función de ambigüedad, la resolución en distancia para la señal de radio sin ponderar es de aproximadamente -20 dB, en concordancia con su ancho de banda de 0.110 MHz.

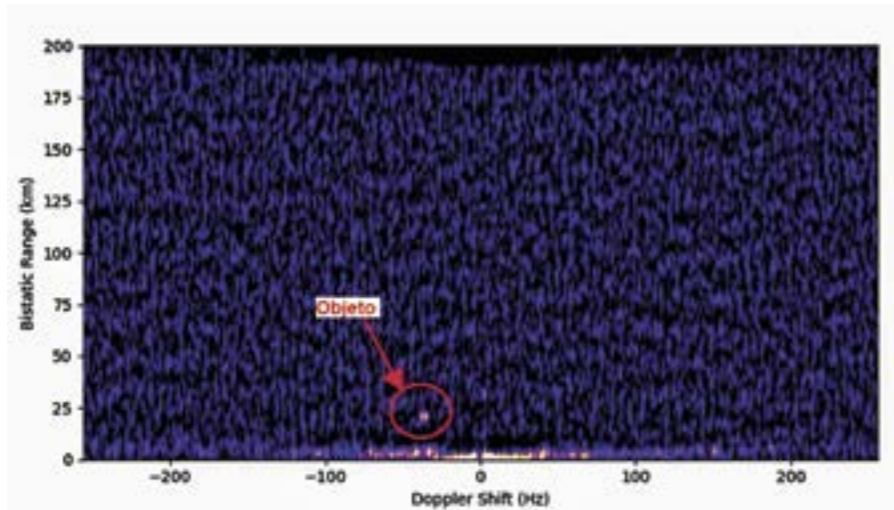


Figura 7. Objeto identificado en la salida del radar pasivo.

CONCLUSIONES

Es importante considerar el tipo de oscilador que tienen los módulos RTL-SDR y establecer su sincronización para canales coherentes, ya que el desfase en la sincronización, provocó que la señal de detección este fuera de los rangos, ocasionando un error de ubicación.

Los radares pasivos son muy importantes para establecer la detección y seguimiento de las aeronaves, ya que permiten aprovechar las señales de frecuencia de los alrededores, con la ventaja que no emiten ninguna señal que revele su posición. Además, el establecimiento de canal.

El uso de Python y anaconda permite administrar los datos de manera más rápida que en conjunto con el software hdf5, facilita la generación de videos y archivos multimedia que facilitan las operaciones de detección y vigilancia.

ESTUDIOS FUTUROS

Existen un estudio realizado por Blázquez García, donde emplean las frecuencias en LTE-R existentes del entorno que emplean la telefonía celular[5], como iluminador de oportunidad, para la localización de drones, [6]; este estudio utiliza un sistema de radar pasivo multiestático. Nuestra investigación estará enfocada a emplear técnicas de apertura sintética inversa.

Los radares pasivos complementarían la cobertura de los radares de vigilancia del Sistema de Defensa Aérea; por lo que, uno de los empleos en la Fuerza Aérea, sería aprovechar las señales de frecuencia circundantes en las zonas donde no se dispone cobertura de radar, para cubrir áreas ciegas y detectar la presencia de aeronaves que vuelan a baja altura, y que se valen de la orografía y obstáculos naturales para no ser detectados por los radares primarios.

REFERENCIAS:

[1] Barbero Rodríguez A., Blázquez García R., Fernández Cruza A., Insua Feito M., Burgos García M. Análisis de viabilidad de despliegues antri-dron basados en tecnologías de última generación. V Congreso Nacional I+D en Defensa y Seguridad; Toledo, España; 2017.

- [2] Colone F., Bongioanni C., Lombardo P. Multifrequency integration in FM radio-based passive bistatic radar. Part II: Direction of arrival estimation. IEEE Aerospace and Electronic System Magazine. 2013; 28(4): 40-47.
- [3] Griffiths H. D., Baker C. J. Passive coherent location radar systems. Part 1: performance prediction. IEE Proceedings Radar, Sonar and Navigation. 2005; 152(3):153-159.
- [4] Finding in UAV wildlife tracking. 2016 IEEE International Conference on Electro Information Technology (EIT), 0464-0469. <https://doi.org/10.1109/EIT.2016.7535285>.
- [5] Blázquez García, C. Antón, B. García, O. Horizontes, and I. A. Complutense, "Nuevo concepto de radares pasivos multiestáticos basados en LTE-R para vigilancia de líneas ferroviarias de alta velocidad," 2018.
- [6] Pieraccini, M., Miccinesi, L., & Rojhani, N. (2019). A Doppler Range Compensation for Step-Frequency Continuous-Wave Radar for Detecting Small UAV. Sensors, 19 (6), 1331. <https://doi.org/10.3390/s19061331>.
- [7] Schupbach, C., Patry, C., Maasdorp, F., Boniger, U., & Wellig, P. (2017). Micro-UAV detection using DAB-based passive radar. 2017 IEEE Radar Conference (RadarConf), 1037-1040. <https://doi.org/10.1109/RADAR.2017.7944357>.
- [8] VonEhr, K., Hilaski, S., Dunne, BE, & Ward, J. (2016). Software Defined Radio for direction-finding in UAV wildlife tracking. 2016 IEEE International Conference on Electro Information Technology (EIT), 0464-0469. <https://doi.org/10.1109/EIT.2016.7535285>.





ARTÍCULO Nro. 4

NUEVOS ENFOQUES A LA AERONAVEGABILIDAD MILITAR EN EL ECUADOR

Mayo. Téc. Avc. Roberto Narváez

RESUMEN

El propósito del presente artículo es visibilizar la situación de la aeronavegabilidad militar en Ecuador, realizando un análisis de los orígenes de la aeronavegabilidad con la creación de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), el Código Aeronáutico, la normativa técnica militar tanto nacional como internacional, se determina la relevancia que para la Fuerza Aérea debe tener el control de la aeronavegabilidad, no sólo de la aviación militar, sino incluso de la aviación de estado, para ello se propone la creación de una autoridad aeronáutica militar con un alto componente técnico que permita normar, regular, certificar y vigilar todos los aspectos de la aeronavegabilidad (aeronavegabilidad inicial, continua y continuada) con un enfoque propio de la aviación militar.

Se analiza de una manera preliminar cómo se aborda la aeronavegabilidad en cada una de las ramas de las Fuerzas Armadas concluyéndose que existen niveles diferentes en la normativa militar y procesos de certificación tanto en la Aviación del Ejército como en la Aviación Naval, sin embargo, la Fuerza Aérea ya ha desarrollado una estructura con procesos más completos incluyendo dentro de ellos la ingeniería que permitirá a las Fuerzas Armadas del Ecuador disminuir la dependencia extranjera e incrementar capacidades en este ámbito.

Palabra clave: Aeronavegabilidad, Autoridad Aeronáutica Militar, Fuerzas Armadas, Fuerza Aérea, Aviación del Ejército, Aviación Naval, estandarización y unificación de procesos aeronáuticos.

ABSTRACT

The purpose of this paper is to make visible the situation of military airworthiness in Ecuador, carrying out an analysis of the origins of airworthiness with the creation of the International Civil Aviation Organization (ICAO), Ecuadorian Aeronautical Code, the national and military technical regulations. The relevance of airworthiness control by the Air Force is determined, not only of military aviation, but even of public aviation, for which purpose the creation of a military aeronautical authority with a high technical component is proposed that allows to regulate, certify and surveillance all aspects of airworthiness (initial and continuous airworthiness) with an approach typical of military aviation.

A preliminary analysis is made of how airworthiness is approached in each of the branches of the Armed Forces, concluding that there are different levels in the military regulations and certification processes in Army Aviation and Naval Aviation, however, Air Force has already developed a structure with more complete processes including engineering that will allow the Armed Forces of Ecuador to reduce foreign dependence and increase capabilities in this area.

INTRODUCCIÓN

La aviación permitió al ser humano poder desenvolverse en el aire, un medio que no le era natural, además del dominio de la tercera dimensión, y fue desde su creación que han existido un sinnúmero de accidentes debidos a diversos factores, es por ello y por la importancia estratégica que tiene el dominio del espacio aéreo que en 1944 se suscribe el Convenio de Aviación Civil Internacional, más conocido como el Convenio de Chicago creándose la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), la cual tiene entre sus responsabilidades garantizar la seguridad de las operaciones de aeronaves civiles en un contexto mundial, sin embargo, no existe a nivel mundial un organismo que cumpla el rol de la OACI para la aviación militar esto debido principalmente a la particularidad de las operaciones militares desarrollada por cada uno de los países.

El siguiente estudio expone nuevos enfoques en el tratamiento de la aeronavegabilidad militar en el Ecuador, no sólo enmarcados en la Fuerza Aérea, sino también en la Aviación del Ejército y la Aviación Naval, proponiendo una estandarización y unificación de procesos aeronáuticos a través de la creación de un organismo con el rol de Autoridad Aeronáutica Militar (AAM) que sea responsable final de la seguridad de las operaciones en todas las aeronaves militares y en algunos casos, incluso del resto de aeronaves públicas, este requisito normalmente se detalla en los sistemas de aeronavegabilidad militar de cada Estado, pero no explícitamente en ningún documento de directiva, política o legislación general.



ANÁLISIS

El Código Aeronáutico en su artículo 2 establece: "Aeronáutica civil es el conjunto de actividades directa o indirectamente vinculadas con la circulación y utilización de aeronaves privadas. Las aeronaves públicas estarán sujetas a las disposiciones de este Código solamente cuando

normas expresas así lo preceptúen.”, y en su artículo 48: “Las aeronaves se clasifican en públicas y privadas. Son aeronaves públicas las destinadas al servicio de la función pública, como las militares, de aduana y de policía. Las demás aeronaves son privadas, aunque pertenezcan al Estado.”, esto determina que la autoridad aeronáutica civil en Ecuador (DGAC) no tiene competencia sobre la aviación militar, policial y de aduanas.

De acuerdo a la RDAC parte 001 “Definiciones y abreviaturas” define a la aeronavegabilidad como “Aptitud técnica y legal que deberá tener una aeronave para volar en condiciones de operación segura, de tal manera que: a) Cumpla con su Certificado Tipo. b) Que exista la seguridad o integridad física, incluyendo sus partes, componentes y subsistemas, su capacidad de ejecución y sus características de empleo. c) Que la aeronave lleve una operación efectiva en cuanto al uso (corrosión, rotura, pérdida de fluidos, etc.), hasta su próximo mantenimiento”.

El Airworthiness Certification Criteria (MIL-HDBK-516B) emitido por el Departamento de Defensa de los EEUU (DOD) define a la aeronavegabilidad como “La propiedad de la configuración de un sistema aéreo en particular para lograr, mantener y terminar el vuelo de manera segura de acuerdo con el uso y los límites aprobados”.



El Convenio de Chicago, en el artículo 3, requiere que la operación de aeronaves militares no afecte la seguridad civil, se entiende que no se requiere en sí mismo un sistema de aeronavegabilidad militar único para aviones militares, de hecho, los sistemas civiles de aeronavegabilidad abordan la mayoría de los requisitos de aeronavegabilidad militar, por lo tanto, la mayoría de las AAM reflejan la intención de desarrollar en sus Estados un marco subyacente de la OACI, la distinción está en los métodos de implementación.

La aeronavegabilidad está respaldada universalmente por regulaciones y estándares, la regulación efectiva en todos los espectros, dicta los comportamientos requeridos de una entidad regulada (organización, agencia o persona). Una entidad regulada se suscribe a seguir las regulaciones en sus procesos de interés (cumplimiento) y el regulador verifica que los procesos y comportamientos mostrados se ajusten (conformidad) a las regulaciones, el organismo regulador debe dejar de diseñar los procesos y los métodos de conformidad con las regulaciones, esto permite la adopción única y específica de la normativa para la creación del procesos más prácticos y pragmáticos.

A nivel mundial, iniciativas como las del Departamento de Armonización de la Defensa de los EEUU, la Agencia Europea de la Defensa (EDA) con su Foro de Autoridades de Aeronavegabilidad Militar (MAWA), y los Grupos de Aeronavegabilidad de la OTAN (North Atlantic Treaty Organization (NATO) Airworthiness Working Group) y del Consejo de Interoperabilidad del Aire y el Espacio (Air and Space Interoperability Council (ASIC)), han permitido establecer mecanismos efectivos para estandarizar procesos y procedimientos así como también reconocimientos entre las AAM de las Fuerzas Armadas del Primer Mundo.



En la Fuerza Aérea, la Dirección de Aeronavegabilidad (Diraer), es el resultado de varios años de una evolución organizacional que inició en el año 2010 en la Dirección de Mantenimiento FAE cuando se creó el Departamento de Desarrollo Organizacional y se introdujo dentro de la institución aspectos como la aeronavegabilidad y la calidad, transformándose en el año 2014 en el Departamento de Gestión de la Calidad con un enfoque integral dentro del sistema logístico de la FAE y empezándose a asumir el rol de autoridad aeronáutica militar, ya en el año 2018 se establecen los subprocesos de generación de normativa técnica, certificación aeronáutica, aseguramiento de la aeronavegabilidad e ingeniería especializada con los que la Diraer ha venido trabajando hasta la actualidad.

A pesar de que en la Fuerza Aérea “doctrinariamente” se mantiene definiciones y niveles de mantenimiento aeronáutico no alineadas a las tendencias actuales a nivel mundial, la Diraer ha realizado esfuerzos para establecer normativa técnica aeronáutica que permite clasificar al mantenimiento aeronáutico en mantenimiento de línea y mantenimiento de base (nivel 1 y nivel 2) logrando armonizar con el mantenimiento aeronáutico general a nivel mundial.

DE ACUERDO AL MANUAL DE LOGÍSTICA (2013)				DE ACUERDO REGTEC 007 (2020)		
ESCALONES DE MANTENIMIENTO	NIVELES DE MANTENIMIENTO	CLASE DE MANTENIMIENTO	APLICACIÓN	CLASIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO	NIVELES DE MANTENIMIENTO	APLICACIÓN
PRIMER ESCALÓN	ORGANIZACIONAL	NO PROGRAMADO	LÍNEA DE VUELO	MANTENIMIENTO DE LÍNEA	NIVEL 1	El mantenimiento de línea, es todo mantenimiento que asegura la condición de aeronavegabilidad de una aeronave, que no requiere de equipos, procedimientos ni instalaciones especializados o complejos, llegando sus acciones hasta el reemplazo de componentes LRU (line replacement unit) (LAR 145 ampliado). Adicionalmente incluye al mantenimiento no programado que se ajuste a las características mencionadas y sea resultado de eventos no previstos detectados durante la operación o las actividades de mantenimiento. (FAR 145 ampliado) En este tipo de mantenimiento los trabajos se realizan sin desinstalar los componentes de la aeronave, excepto para reemplazarlo por otro similar. (on wing) Pueden incluir, pero no limitarse a: inspecciones visuales generales, test básicos de equipos de aviónica, chequeos de presión de neumáticos, rellenado de niveles de fluidos.
SEGUNDO ESCALÓN	INTERMEDIO	PROGRAMADO Y NO PROGRAMADO	TALLERES DE LOS HANGARES	MANTENIMIENTO DE BASE	NIVEL 2	Aquel mantenimiento de base que pueda ser realizado por la organización de mantenimiento (OM) de la Fuerza Aérea.
TERCER ESCALÓN	DEPÓSITO	PROGRAMADO Y NO PROGRAMADO	HANGARES E INDUSTRIA AERONÁUTICA		NIVEL 3	Aquel mantenimiento de base que no pueda ser realizado por la organización de mantenimiento (OM) de la Fuerza Aérea, por lo que se requiere contratar este servicio a una organización de mantenimiento aprobada externa.
CUARTO ESCALÓN		FABRICACIÓN	INSTALACIONES DEL FABRICANTE			

En las bases aéreas, a través de los grupos logísticos, se realiza el mantenimiento aeronáutico de línea y de base nivel 1, teniendo dentro de los escuadrones de mantenimiento, secciones o escuadrillas de control de calidad las cuales disponen de inspectores y certificadores que son los encargados de inspeccionar que las tareas de mantenimiento aeronáutico sean realizadas de una manera adecuada garantizando la calidad y la seguridad mediante el cumplimiento de la normativa técnica aeronáutica, además se establece un nivel adicional que es el aseguramiento de la calidad que no se enfoca únicamente en los procesos de inspección, sino en toda la organización de mantenimiento (OM), es decir tiene un enfoque global dentro de la OM y teniendo dentro de sus responsabilidades constituirse un organismo técnico para auditorías internas así como también es el contacto directo con la autoridad aeronáutica militar en la Fuerza Aérea, la Diraer.



El mantenimiento de base nivel 2, normalmente se lo realiza fuera de las bases aéreas, es decir en estaciones reparadoras certificadas a nivel nacional o internacionales teniendo estructuras organizacionales similares a los grupos logísticos, pero con capacidades tecnológicas de mayor nivel.

La Diraer se constituye en el máximo organismo técnico dentro de la Fuerza Aérea encargado de la generación de normativa, certificación aeronáutica (personal técnico, organizaciones de mantenimiento, aeronaves y productos), vigilar y dar seguimiento a lo certificado, así como también aprobar actividades de ingeniería (modificaciones, liberaciones, extensiones, I+D+i).



En el caso de la Aviación del Ejército, el Departamento de Aeronavegabilidad pertenece a la Brigada de Aviación del Ejército N° 15 "Paquisha" y tiene dependencia directa de su comandante, siendo este el que legaliza los certificados de aeronavegabilidad, además de haberse establecido niveles de control de calidad en el mantenimiento aeronáutico tanto a nivel de grupos aéreos (GAE 43 Portoviejo y GAE 44 Shell) para mantenimiento de línea y de base nivel 1 y en el Centro de Mantenimiento de Aviación del Ejército (CEMAE) para mantenimiento de base nivel 2, en todos ellos existe las unidades de control de calidad para los procesos de inspección, mientras que el Departamento de Aeronavegabilidad ha establecido procesos para la designación de inspectores de aeronavegabilidad que físicamente se encuentran en los grupos aéreos pero no son parte de los procesos de mantenimiento, lo que permite una imparcialidad al momento de realizar los procesos de certificación y/o emisión de certificados de mantenimiento.



La Aviación Naval realiza las actividades de mantenimiento a través de los departamentos de alistamiento operativo que pertenecen a los escuadrones aeronaves (Guayaquil y Manta), disponiendo de inspectores de control de calidad durante los procesos de mantenimiento de línea y base nivel 1, el mantenimiento de base nivel 2 supera las capacidades de los escuadrones aeronavales y pasa al Escuadrón de Apoyo Aeronaval (Escana) el cual se encarga de ejecutar y/o gestionar las actividades del mantenimiento de base nivel 2, el Escana a su vez cumple un rol de aseguramiento de calidad y autoridad aeronáutica llegando a la emisión de certificados de aeronavegabilidad y ejecutando procesos de inspección a los escuadrones aeronavales.



Como se puede observar existen pequeñas diferencias en la manera en que cada fuerza inspecciona y se certifica las actividades de mantenimiento aeronáutico, convergiendo todas en garantizar la eficiencia, calidad y seguridad, es por ello que es factible viabilizar una estandarización y unificación de procesos que permita mejorar el mantenimiento aeronáutico en las Fuerzas Armadas, así como también formar un organismo conjunto de aeronavegabilidad militar.

PROPUESTA

Se debe considerar además que el hecho de que no existan políticas ni lineamientos conjuntos en la parte logística ha desembocado en que cada fuerza establezca su propia dirección en este ámbito, dejando de ser eficientes, sin coordinar políticas para un desarrollo tecnológico aeronáutico conjunto, sino únicamente tratando de cada quien solucionar sus problemas sin mirar lo que pasa a su lado.

Los beneficios que se lograrían con una integración de los organismos de aeronavegabilidad militar y creación de una autoridad aeronáutica militar conjunta son:

- Lograr un enfoque común para la certificación aeronáutica militar que puede actuar como un habilitador clave para futuras actividades de colaboración inter fuerzas en el ámbito técnico aeronáutico.
- Los beneficios de desarrollar un conjunto completo de requisitos comunes de aeronavegabilidad militar ofrecerán ahorros tangibles en términos de tiempo en la ejecución de actividades de mantenimiento, mejora en la confiabilidad, costos de adquisición de herramientas comunes, software de mantenimiento, ingeniería, además de respaldar programas de mantenimiento con una capacidad de colaboración más eficiente con mayores beneficios de costos de vida útil.

- Los resultados de un estudio iniciado por la EDA subrayaron que el uso de procedimientos de certificación armonizados para la fase de desarrollo de programas de aeronaves militares conjuntos (adquisición y sostenimiento), podría generar entre ahorros entre el 10% al 50%.
- Permitiría una base para una futura integración regional de autoridades aeronáuticas militares (Colombia, Chile, Brasil), lo que permitiría beneficios de intercambio de información técnica, datos de confiabilidad en flotas comunes, sinergia en las industrias nacionales evitando replicar capacidades y logrando complementariedad tecnológica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Dirección General de Aviación Civil (2006). Código Aeronáutico.
- Dirección de Aeronavegabilidad (2018). Manual de Procesos Diraer.
- U.S. Department of Defense (2005). Airworthiness Certification Criteria.
- JANKOVIĆ, ILIĆ, (2014). MILITARY AIRWORTHINESS.
- Biswas Kanchan (2018). Military Airworthiness and Certification Procedures: Global Scenario, Proceedings of the International Conference on Modern Research in Aerospace Engineering.
- Purton, Clothier, Massey (2013). Mutual Recognition of National Military Airworthiness Authorities: A Streamlined Assessment Process.
- Purton, Kourousis (2013). Military Airworthiness Management Frameworks: A Critical Review.



RELATIONSHIP OF BODY MASS INDEX TO BODY COMPOSITION AND SOMATOTYPE OF PERSONNEL OF THE ECUADORIAN AIR FORCE.

Mayo. Téc. Avc. Luis Palacios

ABSTRACT

The purpose of this research was to compare the body mass index (BMI) to the body composition and somatotype of the military personnel from the 223 Infantry Division of the Ecuadorian Air Force. It was applied a quantitative approach to collect all the information related to the state of the art and the anthropometric measurements; as for the data gathering instruments, all the measures were stored on a Google form, and then processed using a Microsoft Excel worksheet to determine body composition in order to locate them in a somatocard using the methodology proposed by Heath and Carter [1], in addition, it is a non-experimental research with a cross-sectional design since the samples were collected once. The object of study were the anthropometric variables which involved: BMI, versus the body composition which included values of fat, bone, residual and muscle tissues, as well as, the somatotype to establish the relationship among them.

Based on the results, it was possible to determine that the BMI is not a decisive factor to identify the weight categories that can lead to health problems in the military personnel, however, the classification of categories obtained were: low weight 0%, healthy weight 36%, overweight 38%, obese I 17%, obese II 2%, and obese III 7%, in relation to the body composition and somatotype with an average in the (1) fat tissue of $15,19 \pm 3,26$ %, (2) muscle tissue of $45,0 \pm 3,8$ %, (3) lean body mass of $67,0 \pm 25$ kg., and mesomorph-endomorph somatotype (5-6-1); these values were confronted to set morphological standards required by Air Force Infantry personnel to fulfill their duties, minimize well-being risks and monitor their health permanently through the use of practical applications available on mobile devices; furthermore, this research has proved that the Internet of Things (IoT) represents to be useful tool not only for civilians but also in the military field.

Keywords: Kinanthropometry, Air Force Infantry, body mass index, body composition, somatotype, Internet of Things.

1. RESUMEN

Nowadays, the internet has become an important tool in all aspects of our lives, the regular development of everyday activities is surrounded by different online platforms which help us to complete our tasks. Military aspects are no exception, the numerous sites available on the web have contributed to fulfill academic objectives in this area as well as to obtain data regarding military training. It is imperative to mention that all military personnel must be able to carry out their duties which mostly depend on their specific combat physical condition [2] since their "performance and body composition are key elements in all military operations" [3] and must always be ready as combatants even if the conditions demand a high-level physical performance and a balanced morphology [4].



The body composition of a person is formed by the distribution of body mass between three separate compartments: fat-free tissue or lean body mass, extracellular water, and adipose tissue, being fat the main source of energy storage which demands a high concentration of calories [5]. Likewise, for the classification of body composition, it is important to consider the research presented by Sheldon in 1940, in his first attempt to divide the human body using a continued scale, he called his technique "somatotype" [6]; this technique was modified and currently the somatotype classification is one of the most used tools in the sports world and as for the nutrition, it is the one introduced by Health-Carter which comprises: ectomorph, who is a tall and skinny person that does not accumulate fat or develops muscle and his or her metabolism is fast; mesomorph, is a person who is more balanced, relatively muscular, and well-built, with a high metabolism and responsive muscle cells; finally, the endomorph, who is a person big, high body fat, often pear-shaped, with a high tendency to store body fat [7].

Nevertheless, genetics play a crucial role in height, body composition and somatotype, therefore, it is the instructor's duty to establish these basic characteristics during the diagnosis and consider them to be a factor to modify diet and exercise. [8]. Body Mass Index (BMI) is a simple calculation using a person's height and weight to determine overweight or obesity. However, these tables do not provide a reliable information regarding body composition or relative weight of an individual [9].

Consequently, it is necessary to determine the body morphology, considering the anthropometric variables which are a fundamental part of the military evaluation, since there are results of studies presented by Armed Force members of Colombia [10] Perú [11] and Chile [12] which prove that the relation of weight and height is not applicable for the military personnel.

2. METHODOLOGY

This research has a quantitative approach, because there were analyzed documents regarding the state of the art, they contained results from previous investigations related to the somatotype and military training in Peru, Chile and Colombia; in Ecuador, there is only one study that shows results from the Army Soldiers School (ESFORSE). The group selected for this investigation were 60 members of the Combat Wing 223 of the Ecuadorian Air Force, the methodology applied is the established by the International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) [13], it is non-experimental research with a cross sectional design since the samples were only taken once. This investigation was divided in different phases presented on figure 1.

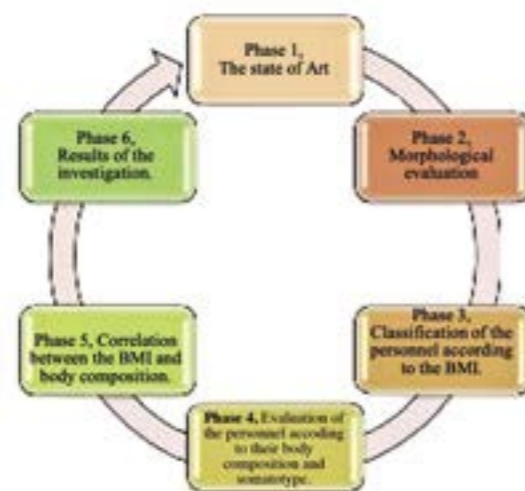


Fig. 1. Phases of the research

There are various instruments which can be used to obtain effective deductions, these can be ultrasounds, densitometers, among others, however, this involves investment which may result expensive. The kinanthropometric method is considered to be the most useful because it allows instructors to optimize time, it is defined as "the quantitative interface between anatomy and physiology, or between human structure and function, it is a scientific specialization that employs measurements to appraise human size, shape, proportions, composition, maturation and gross function" [14] for this reason the measurements are simpler to use and they allow instructors to get values closer to real body composition of large groups.

Anthropometry "is the study of human body measurements especially on a comparative basis" [15]; that is why, anthropometric tools were used to analyze the individuals who were part of the study, these instruments are easy to manipulate and they provide accurate measures, in addition, they must be endorsed by international organizations. The basic components used in this research to obtain the measures from the Infantry personnel were: the anthropometer, personal scale, spreading caliper, pelvimeter, sliding caliper, soft metric tape and caliper; through the use of these instruments, it was possible to get lineal measures of height, the diameter of cuffs, humerus and femur; the perimeter of calf and arm for the circumferential measures, and the mass measurement of weight and the skin fold calipers: triceps, supraspinal, abdominal and thigh.

The anthropometric measurements of the military personnel were taken by the researcher and registered on a database that included personal information, this formation was stored on a Google form, processed and analyzed using a Microsoft Excel worksheet to generate the BMI measures and body composition to locate them on an anthropometric chart.

2.1 Body Mass Index (BMI)

Body Mass Index is a calculation using the height and weight of an individual. The formula is $BMI = \text{kg}/\text{m}^2$ where kg is a person's weight in kilograms and m^2 is their height in meters squared. [16], the formula to be applied is:

$$BMI = \text{weight (kg)} / [\text{height (m)}]^2 \quad (1)$$

Body mass index is a measure of body fat and is commonly used within the health industry to determine whether the weight of a person is healthy, BMI applies to both adult men and women and is the calculation of body weight in relation to height, and the World Health Organization has established the classification presented in table 1.

Table 1: Classification of weight status

Weight status	Body mass index (BMI), kg/m^2
Underweight	< 18.5
Normal range	18.5 – 24.9
Overweight	25.0 – 29.9
Obese	≥ 30
Obese class I	30.0 – 34.9
Obese class II	35.0 – 39.9
Obese class III	≥ 40

Source: WHO [17]

It is important to highlight that according to kinanthropometry, each measure has a specific methodology to be applied, that is why there are some basic rules to be considered to ensure effectiveness when collecting data. The individual who is part of the study must be wearing light clothes and no shoes, the surfaces for all the measurements must be level, and all the anthropometric tools has to be frequently calibrated.

2.2 Body composition

Faulkner technique is the most used and it was developed with the Olympic Canadian team, it is based on the measurements of skinfolds of four anatomic parts: triceps, subscapular, supraspinal, abdominal and thigh. There were applied two formulas to obtain these measures in this study:

$$\%G=(\sum\text{skinfolds:T,SE,SI,AB}) \times 0,153 +5.783 \quad (2)$$

$$P.G= \% \quad (3)$$

To determine the lean body mass (LBM) and the healthy weight (HW), it was taken into consideration the studies of De Rose in professional Brazilian athletes, there were applied two formulas:

$$\text{LBM}= \text{Total weight}-\text{fat weight} \quad (4)$$

$$\text{HW}= \text{LBM} \times 1,12 \quad (5)$$

According to Von Dobelen, the height, cuff, humerus and femur diameter is taken into consideration as variables to determine bone mass (BM), there was applied a formula to obtain the BW:

$$\text{BM}= 3.02 \quad (6)$$

The residual weight corresponds to the 24% of the total weight in men and 21% in women.

Once the residual weight was calculated, it was possible to determine the muscle mass which corresponds to the active muscle mass (AMM), in order to get this measure, it was taken into consideration the bone mass (BM), fat mass (FM) and the residual weight (RW), the formula applied was:

$$\text{AMM}= \text{Total weight} - (\text{BM} + \text{FM} + \text{RW}) \quad (7)$$

2.3 Somatotype

The three types of somatotypes established by Health and Carter were previously explained and are represented in fig. 2.

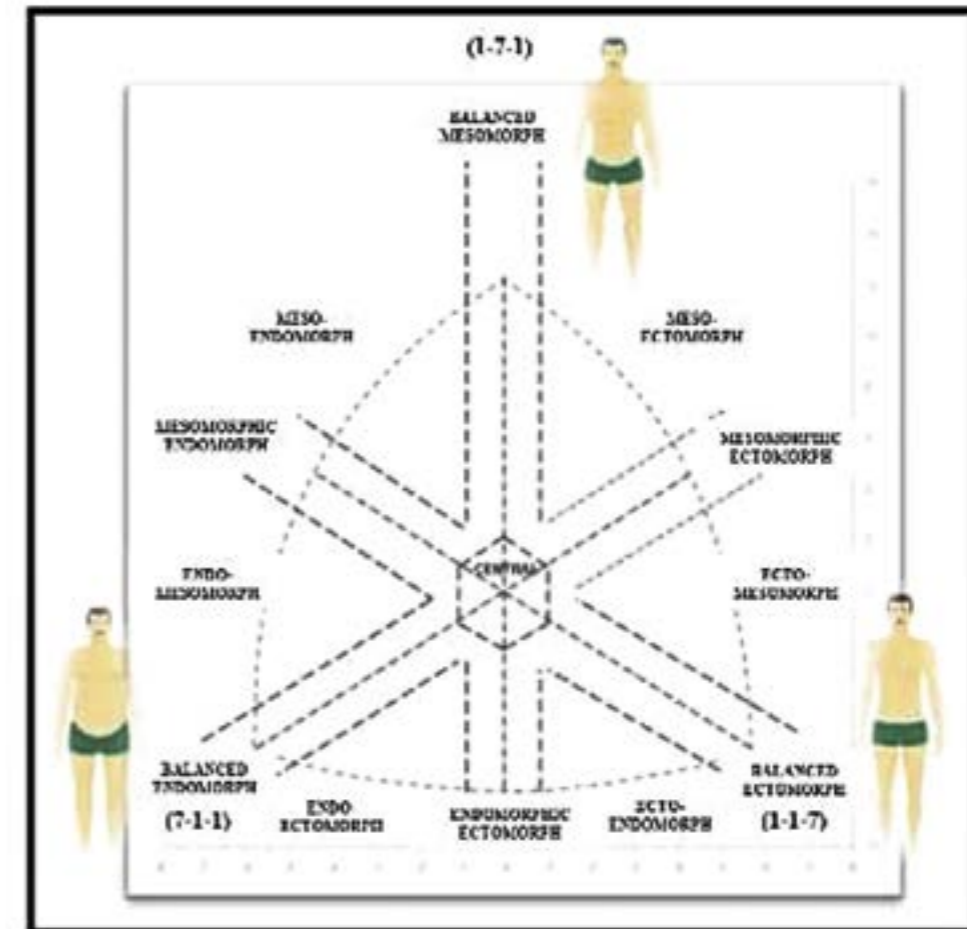


Fig. 2. Classification of somatotypes by Franz Reuleaux
Source: EFDeportes [18]

This graphic is divided by three axes which are intercepted in the center and form angles of 120°, each axis represents a component. The somatotypes are located in the graphic: endomorphic vertex (7-1-1), mesomorphic vertex (1-7-1) and the ectomorphic vertex (1-1-7).

It is necessary to detail the different formulas applied to determine the typology of an individual through the method of Health and Carter. According to Baldayo and Steele [19], the formulas for each somatotype are:

Endomorphy (Endo) It describes the fat tissue in the human body and it was possible to determine it through the equation which included skinfold measures of: triceps (TR), subscapular (SE), and supraspinal (SI) in the following formula:

$$\text{Endo}= -0.7182+0.1451(X) - 0.00068(X2)+0.0000014(X3) \quad (8)$$

$$X=\sum\text{skinfolds}(\text{TR,SE,SI}) \times 170.18/\text{Height}$$

In which:

Σ skinfolds = belongs to the addition of all the skinfold measures of: triceps (TR), subscapular (SE), and supraspinal (SI), this result is corrected by multiplying it with the Phantom value which is 170.18 centimeters.

Mesomorphy (Meso) It represents the development of the skeletal muscle mass and it is calculated by applying the formula:

$$\text{Meso} = (0,858 \times U) + (0,601 \times F) + (0,188 \times B) + (0,161 \times P) - (E \times 0,131) + 4,50 \quad (9)$$

In which:

U= Biepicondylar breadth of the humerus in centimeters. F = Biepicondylar breadth of the femur in centimeters.

B= Corrected Upper arm girth. P = Corrected leg perimeter

E= Height

The corrections, which are proposed to exclude the fatty tissue from the muscle mass, are done by subtracting the value in centimeters from the skinfold values, the formulas are:

$$B = PB - (DT/10) \quad (10)$$

$$P = PP - (DP/10) \quad (11)$$

In which:

PB = Upper arm girth

DT = Triceps skinfold measure in millimeters. PP = Leg perimeter

DP = Leg skinfold measure in millimeters.

Ectomorphy (Ecto) It is the relative physical linearity of individuals; it evaluates the shape and grade of distribution of the previous components. These values depend on the Ponderal Index (PI), the formulas to obtain these values are:

$$\text{ECTO} = 0,732 \times \text{PI} - 28,58; \text{ if the PI is greater than or equal to } 40,75 \quad (12)$$

$$\text{ECTO} = 0,463 \times \text{PI} - 17,63; \text{ if the PI is less than } 40,75 \text{ and greater than } 38,25 \quad (13)$$

$$\text{ECTO} = 0,1; \text{ if the PI is less than or equal to } 38,25 \quad (14)$$

In which:

PI: Ponderal Index = (Height / mass) 0,333

Once established the results of the Endomorphy, mesomorphy and Ectomorphy, these values must be located in a somatotype chart, represented in a 2-axis (x, y) Cartesian system [20].

Coordinates calculation (X-Y)

Carter proposes a model in which the central point is represented by zero in both coordinates, determining (X) by the points -6 in the ENDO vertex, +6 in the ECTO vertex, and (Y) is determined by the point +12 in the MESO vertex, as it is explained in the following formulas:

$$X = \text{ECTOMORPHY} - \text{ENDOMORPHY} \quad (15)$$

$$Y = 2 \text{MESOMORPHY} - (\text{ECTOMORPHY} + \text{ENDOMORPHY}) \quad (16)$$

Eventually, some different somatotypes as 5-5-5, 4-4-4 or 3-3-3, may be located at the same point in the somatotype chart, for this reason DUQUET suggested a special model in which each exe X, Y, Z corresponds to a component.

All these somatotype values lead to the following classification [21]:

Classification of one dominant category and the other two equally balanced:

Balanced endomorph: endomorphy is dominant and mesomorphy is greater than ectomorphy are equal (or do not differ by more than one-half unit).

Balanced mesomorph: mesomorphy is dominant and endomorphy and ectomorphy are equal (or do not differ by more than one-half unit).

Balanced ectomorph: ectomorph is dominant and endomorphy and mesomorphy are equal (or do not differ by more than one-half unit).

Classification in which two categories are equally dominant and the third is lower: Mesomorphic-endomorph: endomorphy is dominant and mesomorphy is greater than ectomorphy.

Mesomorphic-ectomorph: ectomorphy is dominant and mesomorphy is greater than endomorphy.

Endomorphic-ectomorph: ectomorphy is dominant and endomorphy is greater than mesomorphy

The other six positions are named after the prefix of the category with lower values and a as a suffix the dominant category.

Meso-Endomorph Endo-Mesomorph Ecto-Mesomorph Meso-Ectomorph Endo-Ectomorph Ecto-Endomorph

It is important to remark that this research was carried out based on male values since there are no women in charge of infantry operations.

2.4 The applicability of the Internet of Things (IoT).

There were found various programs for the analysis of body composition. The first, is a software developed by Medical Expo, which also distributes technological medical supplies, this software may also be applied to determine body composition, Body Mass Index, adipose mass, it is presented in fig. 3.



Fig. 3 Body composition software 115
Source: Medical Expo [22]

BodymetriX is another option available to measure body composition, this software is more complete since results are presented in a somatotype chart. Its logo is displayed in fig. 4



Fig. 4 Anthropometry Software
Source: Informatics and Sports [23]

Nutri solver is the first software that gives customers the option of calculating the nutritional status with emphasis in anthropometry, body composition and energy consumption, it can be used in students, teachers, and professionals. Its logo is displayed on fig. 5.



Fig. 5 Anthropometry Software Program.
Source: Anthropometry Software Program [24]

This is an application that can be used from any devices, it is a fast program based on scientific research about body composition. Its logo is displayed on fig. 6.



Fig. 6 Body composition software.
Source: Body composition software [25]

MUSEUMIS 2020 is another application for body composition assessment, it is only available for mobile devices, it is practical, and data can be modified at any time. There is a variety of options which can be used, the most common features are displayed in fig.7 and 8.

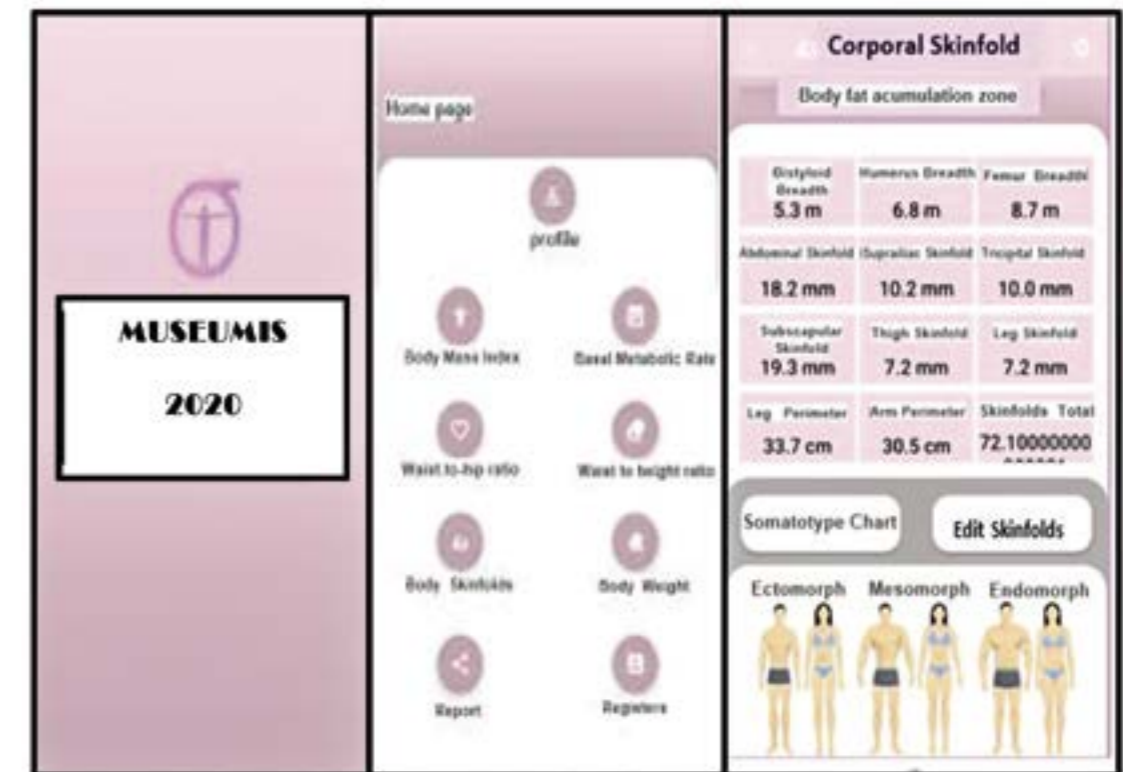


Fig. 7 MUSEUMIS 2020 Home page.

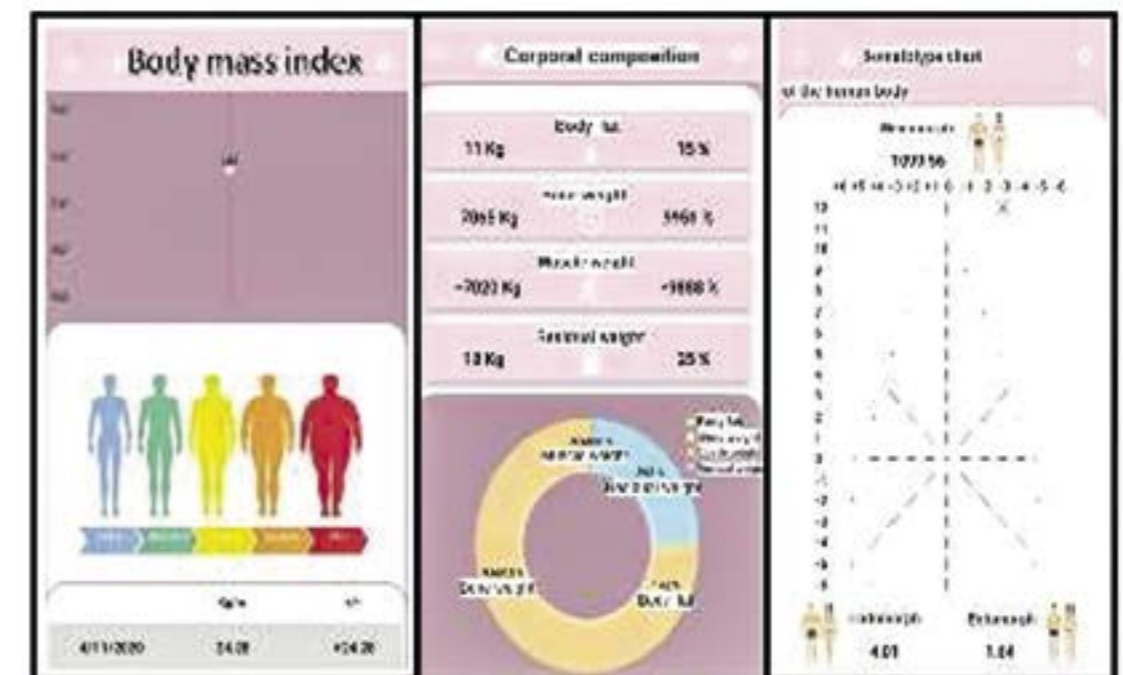


Fig. 8 A Somatotype chart available on the App
MUSEUMIS 2020

3. RESULTS

The data of 60 members of the Infantry Group 223 of the Ecuadorian Air Force was processed, the information collected was age, body mass, height, body mass index (BMI), breadth, length, subcutaneous skinfolds; it was also considered the thickness of adipose, bone, residual, and

muscle tissues, the lean body mass, waist hip index (ICQ), the somatotype, and the relation between body mass index and body composition, these values are described in table 2.

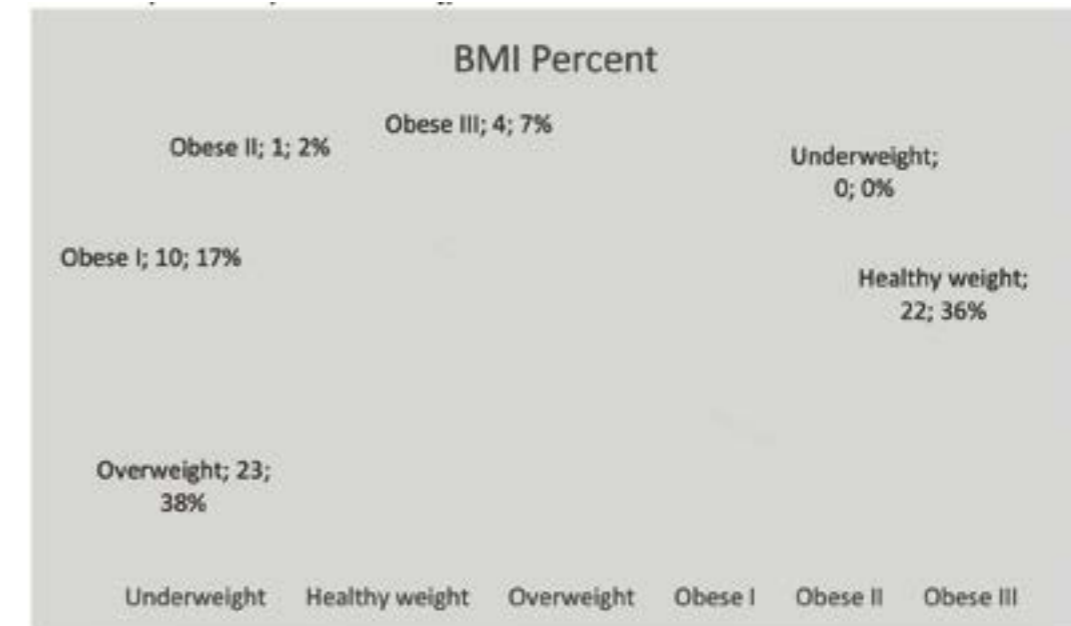
Table 2: Basic Measurements and variables of breadth, length y subcutaneous skinfolds.

Variables	PCP n=60			
	Mean	DE	MIN	MAX
Age (years)	27,07 ±	6,72	22,05	51,04
Body mass (Kg)	79,00 ±	30,39	59,00	220,00
Height (cm)	170,50 ±	5,14	156,00	186,00
BMI (Kg/m ²)	27,02 ±	10,01	21,36	75,24
∑5 Skinfolds (mm)	68,0 ±	23,7	18,0	140,0
Breadth (cm)				
Biepicondylar	5,5 ±	0,3	5,00	6,50
Humerus	6,8 ±	0,6	5,80	9,50
Femur	9,8 ±	0,8	8,70	13,00

Length (cm)				
Calf	38,0 ±	2,8	32,00	45,50
Arm	31,3 ±	3,1	27,00	41,00
Waist	90,3 ±	10,3	70,00	130,00
Hip	100,0 ±	14,0	10,10	120,00
Subcutaneous skinfolds (mm)				
Triceps	9,5 ±	5,6	2,00	32,00
Subscapular	14,0 ±	6,0	6,00	30,00
Supraspinale	14,0 ±	6,6	3,00	30,00
Abdominal	18,0 ±	7,0	5,00	40,00
Leg	6,0 ±	3,0	2,00	18,00

Table 2 contains the results of the mean, standard deviation, minimum and maximum values of the basic variables: age 27,07±6,72 years, body mass 79,00 ± 30,39 Kg, height 170,50±5,14 cm, BMI 27,02±10,01 Kg/m², addition of subcutaneous skinfolds 68,00±23,7 mm., and the variables of breadth: biepicondylar 5,5±0,3 cm; humerus 6,8 ±0,6 cm; femur 9,8 ± 0,8 cm; lengths: calf 38,0±2,8 cm; arm 31,3±3,1 cm; waist 90,3±10,3 cm; hip 100,0±14,0 cm and subcutaneous skinfolds, triceps 9,5±5,6 mm; subscapular 14,0±6,0 mm; supraspinal 14,0±6,6 mm; abdominal 18,0±7,0 mm; leg 6,0±3,0 mm.

The BMI percent is presented in fig. 9.



The BMI of the population are: 0 participants are underweight, which represents 0%; 22 participants have a healthy weight, which is the 36%; 23 participants who are over-weighted, that represents the 38%, 10 participants who are obese I, which is 17%, 1 participant who is obese II, which represents 2%; and 4 participants who are obese III, which represents the 7%.

The results of the body composition are presented in table 3.

Table 3: Body Mass composition.

Variables	Measure	PCP n=60			
		Mean	DE	Min	Max
Body composition Carter y Heath (1999)					
Adipose tissue	%	15,19 ±	3,26	8,23	24,45
	(Kg)	11,70 ±	6,49	4,86	36,62
Bone tissue	%	16,68 ±	3,01	5,55	22,58
	(Kg)	13,01 ±	1,56	10,62	18,03
Residual tissue	%	24,0 ±	0,0	24,0	24,0
	(Kg)	19,0 ±	7,3	14,2	52,8
Muscle tissue	%	45,0 ±	3,8	35,6	53,8
	(Kg)	35,0 ±	17,1	22,4	118,4
Lean body mass	(Kg)	67 ±	25	50	183
ICQ		0,9 ±	1,0	0,8	8,4

The results of the mean, standard deviation, minimum and maximum values of body composition in percentage and weight in kilograms are presented in table 2. The results are: adipose tissue 15,19±3,26 %; 11,70±6,49 kg.; bone tissue 16,68±3,01 %; 13,01±1,56 kg., residual tissue 24,00±0,0 %; 24,00±0,0 %; 19,0±7,3 kg. The results of table 3 are also presented in fig. 10.

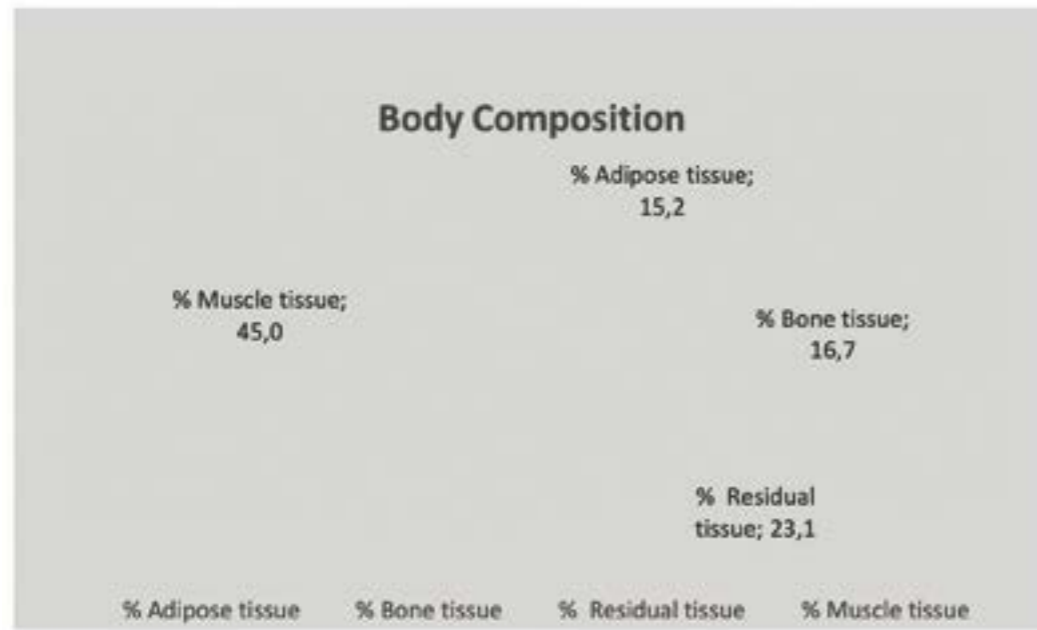


Fig. 10 – Percent of body composition

As for the results of the somatotype, they are presented in table 4.

Table 4: Somatotype results

Variables	Measure	PCP n=60			
		Mean	DE	Min	Max
Somatotype Carter y Heath (1999)					
Somatotype	Endomorph	4,8 ± 1,6	1,1	8,4	
	Mesomorph	5,9 ± 1,6	2,4	10,8	
	Ectomorph	0,8 ± 1,5	-4,5	3,6	
	PI	39,9 ± 3,0	28,3	43,9	
	X	-4,0 ± 2,7	-9,7	1,3	
	Y	6,2 ± 3,3	-1,8	15,8	

In table 4, the somatotype results of the mean, standard deviation, minimum and maximum values of the variables: endomorph 4,8±1,6; mesomorph 5,9±1,6; ectomorph 0,8±1,5; Ponderal Index (PI) 39,9±3,0; X coordinate -4,0±2,7; Y coordinate 6,2±3,3, which corresponds to the category of mesomorph-endomorph because the component II is the dominant and greater than component III.

The somatotype results are also represented in the somatotype charts displayed in fig. 11 and 12.

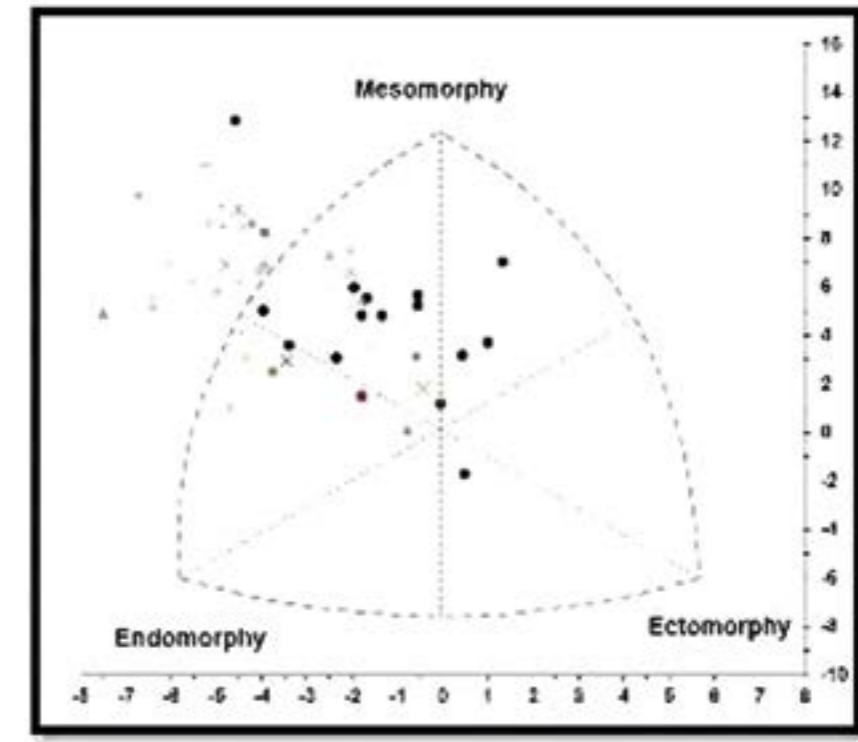


Fig. 11 Variety of somatypes found in the study.

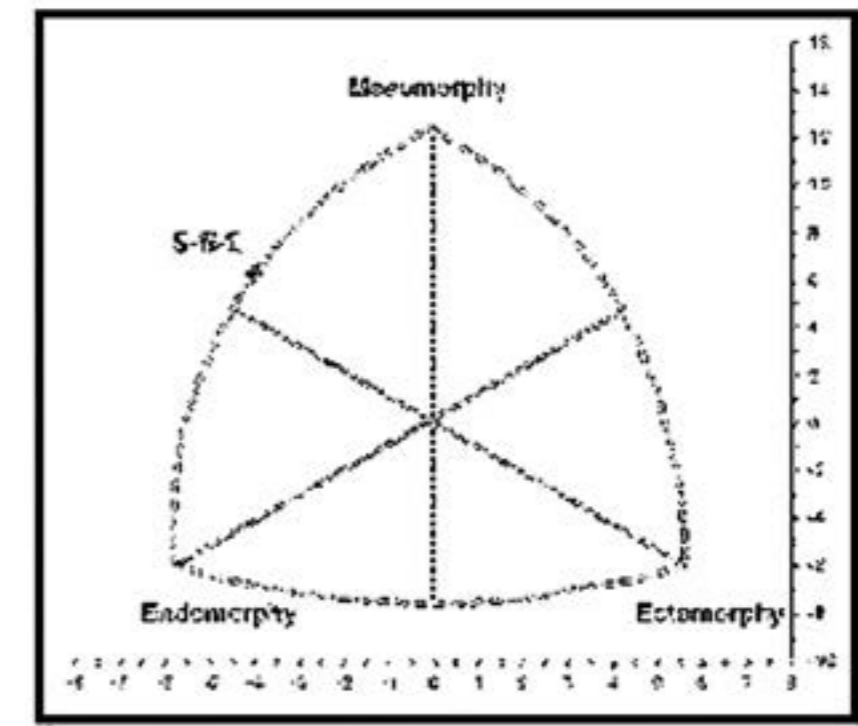


Fig. 12 Somatotype Average.

In table 5, it is presented the relationship between the BMI and body composition (above and under the average) from the participants of this research (PSP).

Table 5: the relationship between the BMI and body composition

BMI	PCP n=60	Mean	% fat	PCP n=60	% bone	PCP n=60	%	Muscle	PCP n=60	%	PCP n=60	Lean body mass	PCP n=60
Under weight	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Healthy weight	22	above	18	4	95	21	24	5	1	59	13	0	0
		under	82	18	5	1	24	95	21	41	9	100	22
Overweight	23	above	61	14	35	8	24	61	14	43	10	65	15
		under	39	9	65	15	24	39	9	57	13	35	8
Obese I	10	above	90	9	10	1	24	100	10	40	4	100	10
		under	10	1	90	9	24	0	0	60	6	0	0
Obese II	1	above	100	1	0	0	24	100	1	0	0	100	1
		under	0	0	100	1	24	0	0	100	1	0	0
Obese III	4	above	100	4	100	0	24	100	4	75	3	100	4
		under	0	0	0	4	24	0	0	25	1	0	0

In table 5, there are the results of the percentage relationship of BMI and body composition (above and under the group average) of 60 military members, the results indicate that there are no participants underweight; from 22 participants who have a healthy weight, 4, which is the 18%, are above the average of adipose tissue; from 23 participants who are overweighted, 9, which is the 39% are under the average of adipose tissue, 10 of them, which is the 43%, are above the average of the muscle tissue, 15 of them, which is 65%, are above the average of lean body mass; 10 participants are considered to be obese I, 1 of them, which represents the 10%, are under the average if the adipose tissue, 4 of them, which is the 40%, are above the average of muscle tissue, 10 of them, which represents 100%, are above the average of lean body mass; 1 participant who is considered to have obesity II, is above the average of lean body mass; from 4 participants who are considered to be obese III, 3 of them, which represents the 75%, are above the muscle tissue, and 4 of them, which represent the 100%, are above the average of lean body mass.

4. DISCUSSION AND CONCLUSIONS

The anthropometric characteristics of the Chilean Male military personnel [26], in which the average age is $33,83 \pm 7,96$ years old, with a BMI of $28,64 \pm 3,56$ Kg/m², compared to the results of the current study $27,07 \pm 6,72$ years old and a BMI of $27,02 \pm 10,01$ Kg/m², is possible to state that the BMI is directly proportional with the age in the military personnel. Likewise, the average of the adipose tissue in the Chilean study which is $28,48 \pm 6,04$ % the average of the muscle tissue, which is $43,87 \pm 5,12$ %; compared to the results of the current research, which are $15,19 \pm 3,26$ % for the adipose tissue and $45,0 \pm 3,8$ % for the muscle tissue, show that the adipose tissue increases and the muscle tissue decreases with the age. Finally, the location of the somatotype average from the Chilean military personnel is placed in the somatotype chart with endomorph values of $5,09 \pm 1,64$, mesomorph values of $6,05 \pm 1,24$, and ectomorph values of $0,77 \pm 0,78$; compared to the results of the current investigation which are endomorph $4,8 \pm 1,6$, mesomorph $5,9 \pm 1,6$, ectomorph $0,8 \pm 1,5$, confirm that there is a minimal difference between the two studies, locating the participants of both researches under the category of mesomorph-endomorph.

The percentage relationship of BMI and body composition of 22 participants, who are categorized as healthy weight, 4 of them which represents the 18%, who are above the group average of the adipose tissue; based on these data, it is possible to establish that this category is not decisive to define body weight.

The percentage relationship of BMI and body composition of 23 participants who are considered to have overweight and 10 participants who are part of the obese I group, 9 and 1 participants from these groups are under the average of the adipose tissue, based on these data, it is possible to state that these categories do not discriminate the percentage of predominant fatty mass to be in the healthy weight category.

The percentage relationship of BMI and body composition of 23, 10 and 4 participants who are categorized as overweight, obese I and obese III respectively, 10, 4 and 3 of them are above the average of muscle tissue, based on these data, it is possible to state that these categories do not discriminate the percentage of predominant muscle mass to be in the healthy weight category.

The percentage relationship of BMI and body composition of 23, 10 and 4 participants who are categorized as overweight, obese I and obese III respectively, 15, 10 and 4 of them are above the average of lean body mass, based on these data, it is possible to determine that these categories do not discriminate the percentage of predominant lean body mass to be in the healthy weight category.

The body mass index of the military personnel who participated in this research is not determining to define exactly the weight categories which may lead them to have health issues, since the BMI only relates the total body weight to the height, and in some cases the average of the adipose tissue is low and the muscle tissue is high because of the physical activity that a military has.

There are different programs and applications available on the web to register and process the data collected from the anthropometric measures, in this research, the information was stored on a database which was developed on a google form, a tool that is part of the package of Google Docs Editors, all the information gathered was synchronized with a worksheet of Microsoft Excel to generate body composition values as well as statistical graphs to represent the results of the research in a somatotype chart in real time.

In conclusion, the applicability of the IoT to control body composition and somatotype permanently, results to be a practical and dynamic method which allows users to keep the track of their health, especially in the military field, in which the physical shape plays an important role during operations.

We have to consider the morphological somatotype composition in our personnel before assign any military operation, due to the importance of physical performance in the accomplishment of the mission.

It is also recommended to focus this research in all Air Force pilots, because their performance depend on their fitness condition. A fat and obese pilot can not fit properly in a flight deck and can not resist adverse physiological conditions.

REFERENCES

- [1] J. Carter, The Heath-Carter anthropometric somatotype, San Diego: J.E.L. Carter, 2002.
- [2] M. Taylor, R. Pietrobon, J. Taverniers, M. Leon y B. Fern, «Relationships of hardiness to physical and mental health status in military men: a test of mediated effects.» Journal of behavioral medicine, vol. 36, n° 1, pp. 1-9, 2013.
- [3] S. Castañeda y N. Caiaffa, «Relación entre la composición corporal y el rendimiento físico en la Escuela Militar de Cadetes José María Córdova,» Revista Científica General José María Córdova, vol. 13, n° 15, pp. 257-270, 2015.
- [4] L. M. Margolis, J. Rood, C. Champagne, A. Young y J. Castellani, «Energy balance and body composition during US Army special forces training,» Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism, vol. 38, n° 4, pp. 396-400, 2013.
- [5] E. Salinas, «NutriResponse,» NR, 2 12 2019. [En línea]. Available: <https://www.nutriresponse.com/blog/que-es-la-composicion-corporal/>. [Último acceso: 29 10 2020].
- [6] M. Baldayo y S. Steele, «Somatotipo y deporte,» EFDeportes.com, vol. 15, n° 154, pp. 1-5, 2011.
- [7] plazadelmar centro wellness, «plazadelmarcw.com,» 18 10 2018. [En línea]. Available: <https://plazadelmarcw.com/somatotipos-que-tipo-de-cuerpo-tienes/>. [Último acceso: 28 10 2020].
- [8] A. Martín y D. Drinkwater, «Variability in the measures of body fat: assumptions or technique?», Sport Med, vol. 11, pp. 277-288, 1991.
- [9] W. M. Ardle, F. Katch y V. Katch, Fisiología del ejercicio, energía, nutrición y rendimiento humano., Madrid: Alianza Deportes, 1990.
- [10] X. Morales, N. Cortéx, A. Bernal y J. Homez, «Relación entre el porcentaje graso y el índice de masa corporal de los cadetes con sobrepeso de la Escuela Militar "General José María Córdova",» BRÚJULA - Escuela Militar de Cadetes "General José María Córdova", vol. 5, n° 10, pp. 37-41, 2017.
- [11] C. Alpaca y K. Yamp, «Correlación entre el índice de masa corporal (IMC) con el índice de masa adiposa (BAI) en el personal en formación de una institución militar de Lima durante el 2014,» Escuela de Postgrado, Lima, 2014.
- [12] F. Barraza, R. Yáñez, M. Tuesta, G. Hecht, E. Báez y M. Henríquez, «Características antropométricas de personal militar masculino de chileno,» Revista Cubana de Medicina Militar, vol. 49, n° 2, pp. 246-261, 2020.
- [13] Sociedad Internacional para el Avance de la Kineantropometría (ISAK), Estándares internacionales para la valoración antropométrica, Australia, 2001.
- [14] D. Galiano, «La cineantropometría como análisis dinámico: Técnica, razón o filosofía,» APUNTS, vol. XXVII, n° 105, pp. 177-188, 1990.
- [15] L. d. C. d. Trabajo, Antropometría, México: Facultad de Ingeniería Industrial, 2011.

- [16] Texas Heart Institute, «Calculadora del índice de masa corporal (IMC),» [En línea]. Available: <https://www.texasheart.org>. [Último acceso: 22 9 2020].
- [17] Organización Mundial de la Salud, «Obesidad y sobrepeso,» 1 04 2020. [En línea]. Available: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>. [Último acceso: 9 8 2020].
- [18] S. S. Manuel Baldayo, «EFDeportes,» 15 03 2011. [En línea]. Available: <http://www.efdeportes.com/>. [Último acceso: 8 11 2020].
- [19] S. S. Manuel Baldayo, «Somatotipo y deporte,» 15 03 2011. [En línea]. Available: <http://www.efdeportes.com/>. [Último acceso: 9 11 2020]. [20] Antropometrica, «Pilares de la antropometría,» Biblioteca, Chile, 2019.
- [21] ANTROPOMETRICA, «Antropometrica.com,» Biblioteca, 03 2019. [En línea]. Available: <https://www.antropometrica.com/somatotipo>. [Último acceso: 15 09 2020].
- [22] VirtualExpoGroup, «Seca Precision for health,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.medicalexpo.es/prod/seca/product-69960-582259.html>. [Último acceso: 29 10 2020].
- [23] Samper Design, «Informática & Deportes,» Entrenador.com.ar, 2005. [En línea]. Available: <http://www.bodymetrix.com.ar/>. [Último acceso: 29 10 2020].
- [24] NutriSolver, «Nutri Solver,» [En línea]. Available: <https://nutrisolver.com/index.php>. [Último acceso: 29 10 2020].
- [25] «KIMBIA Body Composition Assessment,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.kinbia.com/>. [Último acceso: 29 10 2020].
- [26] F. Barraza, R. Yáñez, M. Tuesta, G. Hecht, E. Báez y M. Henríquez, «Anthropometric characteristics of Chilean male military personnel,» Revista Cubana de Medicina Militar, vol. 49, n° 2, pp. 246-261, 2020.





ARTÍCULO Nro. 6

ANÁLISIS DEL FACTOR RUIDO EN LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO AERONÁUTICO DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA

Mayo. Esp. Avc. Alvaro Ortiz

RESUMEN

El ruido es el factor de riesgo más importante al que está sometido el personal de mantenimiento aeronáutico militar, siendo necesario verificar si dicho factor se encuentre dentro del límite establecido en la normativa. En la presente investigación se realizaron mediciones de ruido en las Bases Aéreas ecuatorianas de Salinas, Guayaquil, Taura, Manta y Cotopaxi, seguidamente se contrastaron con los límites de 85 dB para labores operativas y 70 dB para aquellas que impliquen mayor concentración, posteriormente se aplicaron los test ANOVA y Tukey, para verificar la relación entre los niveles de presión sonora LAeqD, el tipo de aeronave y la ubicación o actividad. Conforme a los resultados obtenidos, en las aeronaves a turboprop, supersónicas y transporte se alcanzaron 93 dB, 105 dB y 91 dB respectivamente, principalmente en el despacho de aeronaves. Si bien el 34.72% de puntos superaron los 70 dB y el 19.44% sobrepasaron los 85 dB, no obstante, los trabajos respectivos no implican alto grado de concentración y pueden ser reducidos con elementos de protección auditivos. De acuerdo con el análisis estadístico, es posible aseverar que los niveles de ruido dependen del lugar o actividad de mantenimiento realizado, más no del tipo de aeronave.

Palabras claves: Aviación, contaminación acústica, mantenimiento de aeronaves, presión sonora, ruido aeronáutico, salud ocupacional, seguridad industrial.

ABSTRACT

Noise is the most important risk factor to which military aeronautical maintenance personnel are subjected, so it is necessary to verify that this factor is within the limits established in the regulations. In this research, noise measurements were carried out in the Ecuadorian Air Bases of Salinas, Guayaquil, Taura, Manta and Cotopaxi, then they were contrasted with the limits of 85 dB for operational tasks and 70 dB for those that imply greater concentration, later the ANOVA and Tukey tests were applied to verify the relationship between LAeqD sound pressure levels, the type of aircraft and the location or activity. According to the results, in turboprop, supersonic and transport aircraft, 93 dB, 105 dB and 91 dB were reached respectively, mainly in aircraft dispatch. Although 34.72% of the points exceeded 70 dB and 19.44% exceeded 85 dB, however, the respective works do not involve a high degree of concentration and can be reduced with hearing protection elements. According to the statistical analysis, it is possible to assert that the noise levels depend on the place or maintenance activity, but not on the type of aircraft.

Keywords: Noise pollution, aircraft maintenance, aeronautical noise, occupational health, industrial safety.

1. INTRODUCCIÓN

La contaminación acústica es un factor de riesgo invisible que genera diversas consecuencias nocivas en el ser humano, no solamente se habla de pérdida auditiva, sino también, se ha comprobado que altera el sistema nervioso, genera intranquilidad, inquietud, depresión, entre otros efectos en el individuo (Caputo & Correa, 2018). En lo referente a la disminución en la audición, dependiendo de su nivel, se cataloga como leve, moderada y severa, cuya condición de salud la sufren 1500 millones de personas a nivel mundial (OMS, 2015); en el caso de España alcanza el millón de personas (APADA-ASTURIAS, 2018) y en el Ecuador esta cifra asciende a 55000 habitantes (Betancourth & Miranda, 2018).

En el ambiente laboral, el ruido es uno de los factores de riesgo que más preocupa tanto a empleadores como a trabajadores, por lo cual en cada uno de los países se han establecido valores límites de exposición, durante la jornada de trabajo, tal es así que la Occupational Safety and Health Administration, de los Estados Unidos, fija en 90 dB, el nivel de exposición máximo para 8 horas de trabajo (OSHA, 2013). En España por su parte se establece un nivel máximo diario de 87 dB, fijando también un nivel pico en 140 dB (INSHT, 2006); la normativa colombiana (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social y Ministerio de Salud, 1990) y ecuatoriana (Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social & Seguro General de Riesgos del Trabajo, 2016) coinciden en 85 dB como límite en cada jornada, para el desarrollo de actividades que no impliquen labores de vigilancia o cálculo, en cuyo caso el límite se reduce a 70 dB.

Las operaciones militares, llevan consigo actividades de riesgo, que sin la toma de medidas preventivas y precauciones del caso, pueden desencadenar en daños irreversibles en la salud del combatiente, dentro de dichos riesgos, el ruido se convierte en un factor preponderante debido a que las características de fabricación de los equipos, instrumentos o armamento, hacen imposible su modificación a efectos de reducir los niveles de presión acústica en la fuente generadora (Copara & Morales, 2017).

En el caso de ejercicios en el terreno por ejemplo, las prácticas con explosivos superan los 175 dB (Hecht et al., 2019), comparable con el ruido percibido en los portaviones (Yankaskas et al., 2017). Así mismo, se conoce que ciertas labores repetitivas en el campo de la aeronáutica, han producido importantes niveles de hipoacusia en el personal de pilotos, técnicos e ingenieros de vuelo (Carpio Ayora & Álvarez Pesantez, 2017).

Son varios los estudios realizados a nivel internacional respecto a la pérdida de audición en el personal de fuerzas armadas, en el año 2016, por ejemplo, en un estudio realizado en el personal militar que pasaba el servicio pasivo, en los Estados Unidos, arrojó un 29 % de casos con pérdida auditiva, luego de cumplir sus años de servicio y con valores más críticos para los miembros de la Fuerza Aérea (Gordon et al., 2017).

Valores similares se obtuvieron en el año 2013, en miembros en servicio activo de la Marina Real Noruega, en donde el 31 % de participantes del estudio, reflejaron un importante grado de hipoacusia inducida por exposición al ruido en las distintas operaciones cumplidas al servicio de su Institución (Irgens-Hansen et al., 2015).

Las actividades en el ambiente aeronáutico militar generan niveles de ruido importantes tanto en despegue, vuelo, sobrevuelo o aterrizaje que constituyen un impacto ambiental acústico en las inmediaciones de la pista de aterrizaje cuya mitigación se encuentra normada por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI, 2015), en base a lo cual han sido propuestas ciertas alternativas como el procedimiento de descenso continuo (Arnaldo Valdés et al., 2012) o la instalación de barreras acústicas.

En lo referente al área de mantenimiento de aeronaves de igual forma tiene sus particularidades debido al tipo de fuente generadora de ruido, ya que por una parte se usan maquinarias y equipos diferentes a otras áreas industriales, así como también, la aeronave se convierte en ciertas ocasiones en la generadora de ruido, como es en el caso de despacho, recepción, o prueba de motores, en las cuales el personal técnico está expuesto a importantes niveles de contaminación sonora que alcanzan los 100 dB (Neilsen et al., 2018) y superando los 140 dB en el caso de aeronaves supersónicas (Corbalán et al., 2019), no obstante, de acuerdo con Caputo & Correa (2018), con el uso adecuado de elementos de protección auditiva, se logra una reducción que va desde los 20 dB hasta los 40 dB, dependiendo de la calidad y clase de equipo utilizado.

Al interior de las aeronaves el ruido se reduce, especialmente en el caso de aeronaves pequeñas, obteniéndose entre 89 y 96 dB (Argomedeo Gómez & Carter Pavicic, 2017), en cuyas operaciones, su tripulación está obligada al uso de elementos de protección un tanto más sofisticados; para el personal de apoyo en tierra, en ciertos casos, es necesario utilizar protectores de inserción y tipo orejera de manera simultánea, a fin de alcanzar una atenuación eficaz (NEXER, 2013). En una investigación realizada en el año 2018, en Latacunga - Ecuador, para las actividades de reparaciones, análisis de fallas, pintura, entre otras; se obtuvieron valores de presión sonora equivalente diaria entre 54 y 76 dB, es decir, no se superan los límites establecidos por la normativa, para el caso de operarios; no obstante, el 25 % de los datos de ruido obtenidos para tareas de regulación o vigilancia, superan los 70 dB, normados como límite superior en la reglamentación ecuatoriana (Copara & Morales, 2017).

Pese a que los niveles de ruido obtenidos en el estudio anterior, no son altamente significativos, según Copara & Morales (2017), luego de las encuestas practicadas referentes a efectos no otológicos, el 23 % del personal manifiesta tener un alto grado de problemas para conciliar el sueño, por otra parte un 52.5 % indica un alto grado de hipertensión arterial, finalmente, un 44.3 % de la población estudiada, refleja problemas psicosociales asociadas al factor ruido, por lo que resulta importante efectuar estudios periódicos, a fin de garantizar un adecuado ambiente laboral y apegado a la seguridad.

La aviación militar a diferencia de la aviación civil, cuenta con aeronaves de combate supersónicas en Taura, combate a turbohélice en Manta, transporte en Latacunga, entrenamiento en Salinas y helicópteros en Guayaquil. En cada una de estas unidades militares se realizan labores de mantenimiento de primer y segundo escalón, cuyos niveles de ruido y su prevalencia dependiendo del tipo de aeronave no son conocidas en el caso ecuatoriano, por lo que el objetivo del presente estudio consiste en determinar los niveles de presión sonora diario equivalente LAeqD en los talleres, oficinas y plataformas; realizando mediciones con un sonómetro en los puntos más críticos de las Bases Aéreas, comparando dichos valores con los límites permitidos y mediante la aplicación de estadística inferencial evaluar la incidencia de la actividad inherente al tipo de avión sobre dichos niveles.

2. METODOLOGÍA

En el mes de diciembre de 2020, se realizaron mediciones de ruido en los repartos militares de la aviación militar ecuatoriana, de acuerdo a las zonas o Bases Aéreas y número de puntos descritos en la tabla 1, en las que se ejecutan trabajos de mantenimiento, despacho y recepción de los diferentes tipos de aeronaves. Dichos puntos incluyen áreas abiertas – cubiertas, como hangares, áreas cerradas en las que se incluyen talleres de pintura y estructuras, así como, áreas al aire libre correspondientes a línea de vuelo o plataformas.

Tabla 1. Descripción de los sitios de monitoreo de ruido

Tipo Aeronave	Base Aérea	No. Puntos evaluados
Entrenamiento	Salinas	17
Ala rotatoria	Guayaquil	14
Supersónicas	Taura	15
Combate turbohélice	Manta	14
Transporte	Latacunga	12
No. Total puntos		72

El monitoreo se efectuó utilizando un sonómetro integrador de banda ancha CASELLA SERIE CEL-620 A clase 1, (CASELLA CEL Limited – Madrid, España), debidamente calibrado en ponderación A y C con presión acústica de referencia 114 dB, 94 dB y con frecuencia de referencia 1000 Hz, mediante un calibrador acústico SV36 SVANTEK, (SVANTEK health and safety - Varsovia, Polonia), con una incertidumbre calculada menor a ± 0.15 dB.

Los puntos de monitoreo fueron seleccionados de acuerdo a las actividades incluidas en los manuales técnicos de los aviones emitidos por los fabricantes y de acuerdo a las labores rutinarias enmarcadas en el mantenimiento del primer escalón a cargo de la Unidad Técnica de Apoyo y del segundo escalón que se ejecutan en los diferentes talleres técnicos de acuerdo a las ubicaciones y códigos o claves de la tabla 2.

Se evaluaron los niveles de presión sonora equivalente en el período diurno, en primera instancia, sin encender ninguna maquinaria, considerando que las actividades en horario nocturno solamente se realizan de manera eventual y no constituyen una muestra representativa que permita generalizar los resultados obtenidos; posteriormente se fueron encendiendo los equipos en cada uno de los lugares establecidos como críticos.

Se obtuvieron 5 muestras en cada ubicación, conforme lo establecido en la normativa ambiental ecuatoriana para fuentes fijas (Ministerio del Ambiente, 2015), dichas muestras se tomaron al inicio, en la fase intermedia y previo a finalizar la actividad, con un tiempo de medición aplicando el método de 15 segundos (Leq 15s), determinándose la media por cada punto. El sonómetro fue ubicado a una altura de 1.5 m, junto al personal que está expuesto a los diferentes niveles de presión sonora; para el caso de mediciones en el exterior se evitó la presencia de lluvias y vientos por sobre los 5 m/s, acorde a lo estipulado en el Libro IX del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (Ministerio del Ambiente, 2015).

Se determinaron los tiempos de exposición al que están sometidos los operarios, a fin de tabular los niveles de exposición diario equivalente LAeqD, mediante la ecuación (1) y redondeando al entero más próximo (INSHT, 2006).

$$LAeqD = LAeqT + 10 \lg(T/8) \quad (1)$$

Donde:

LAeqD es el nivel de exposición diario equivalente

LAeqT es el nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A, definido como el nivel de presión sonora promediado en el tiempo de medición, registrado por el sonómetro.

T es el tiempo de exposición al ruido en horas/día

Tabla 2. Código de las actividades monitoreadas

Ubicación	Actividad	Código	Ubicación	Actividad	Código	Ubicación	Actividad	Código	
Plataforma	Despacho aeronave	DA	Hangares	Sin actividad	SA	Estructuras	Remachadora funcionando	RF	
	Remolque aeronave	RA		Aire acondicionado encendido	AA	Equipos apoyo	Equipos apoyo encendidos	EAE	
	Planta emergencia aeronave	PEA		Planta enfriado encendida	PEE				
	Recepción de aeronave	RAN		Planta presión hidráulica encendida	PPHE				
	Chequeo reportaje	CHR		Búsqueda de fuga de combustible	BFC				
	Carreteo de aeronave	CAN		Soplete en funcionamiento	SF				
	Recepción aeronave parte lateral	RAPL		Compresor encendido	CE				
	Recepción aeronave parte lateral	RAPP		Extractor de partículas funcionando	EPF				

Posteriormente, se realizaron gráficos comparativos de los niveles de ruido obtenidos en relación a la normativa vigente para cada tipo de aeronave, utilizando el software Microsoft Excel 2013 (Microsoft Corporation – Washington, USA); seguidamente, mediante el lenguaje de programación RStudio versión 1.1.463 (RStudio, Inc. – Boston, USA), se analizaron los factores tipo de aeronave y ubicación de las actividades de mantenimiento mediante el estadístico ANOVA, complementando el análisis con el test de normalidad Shapiro-wilk, condición de homocedasticidad de las varianzas con Bartlett y la prueba de rango post hoc de Tukey, para el factor que refleja diferencias significativas en los niveles de ruido, considerando un nivel de confianza del 95 % o un nivel de significancia de 0.05 ($\alpha=0.05$).

3. RESULTADOS

3.1. Duración de las actividades de mantenimiento

El rango de tiempo destinado a las labores de mantenimiento del primer y segundo escalón para cada tipo de aeronave se muestra en la tabla 3, el cual varía desde los 4 minutos hasta los 300 minutos y se encuentra directamente relacionado con la complejidad del trabajo y tipo de aeronave. Acorde a la temporalidad de actividades y tipo de aeronave, en los siguientes apartados se registran los niveles de ruido diario equivalente $LAeqD$, incluyendo el valor de incertidumbre U para un número de mediciones $n=5$ y un nivel de confianza $Nc=95\%$.

Tabla 3. Tiempo de mantenimiento de aeronaves

Aeronave	Duración de actividades de mantenimiento (min)
Entrenamiento	15 - 300
Ala rotatoria	4 - 240
Supersónicas	5 - 180
Combate turbohélice	10 - 240
Transporte	30 - 240

3.2. Ruido en el mantenimiento de aeronaves de entrenamiento en la Base Aérea Salinas

Para las aeronaves de entrenamiento se registran los valores de $LAeqD$ y su gráfico comparativo en relación a los niveles máximos permitidos en la figura 1, cuyos resultados se agruparon en cada una de las ubicaciones en función de las actividades que ejecuta el personal técnico de acuerdo al manual de la aeronave monomotor catalogada como liviana. El rango de ruido obtenido va de los 58 dB en zonas (SA) hasta los 85 dB en el taller de pinturas (CE). En la figura 1 se advierte que el ruido generado en el mantenimiento de aeronaves de tipo utilitario o ligero, como las desplegadas en la Base Aérea Salinas, están por debajo de los 85 dB.

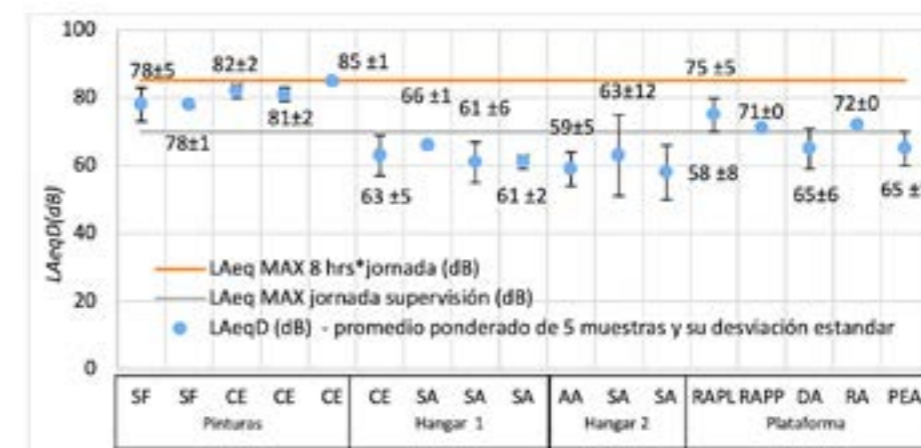


Figura 1. Niveles de ruido mantenimiento aeronaves de entrenamiento

3.3. Ruido en el mantenimiento de aeronaves a rotor en la Base Aérea Guayaquil

El ruido generado en las actividades de mantenimiento de aeronaves a rotor desplegadas en la Base Aérea Guayaquil varía desde los 62 dB en el taller de estructuras, con la actividad CE, hasta los 86 dB en el taller de pinturas con el SF. Los resultados, incluyendo los valores U de incertidumbre respectivos se muestran en la figura 2, con la particularidad que, en esta zona adicional a los helicópteros militares, opera eventualmente la aeronave de vigilancia norteamericana, que genera contaminación acústica importante en el hangar 1, al momento de despacho (DA), con valores que oscilan entre los 69 dB y 74 dB. En la figura 2 se muestra que únicamente uno de las actividades supera los 85 dB, para el caso del taller de pinturas con (SF).

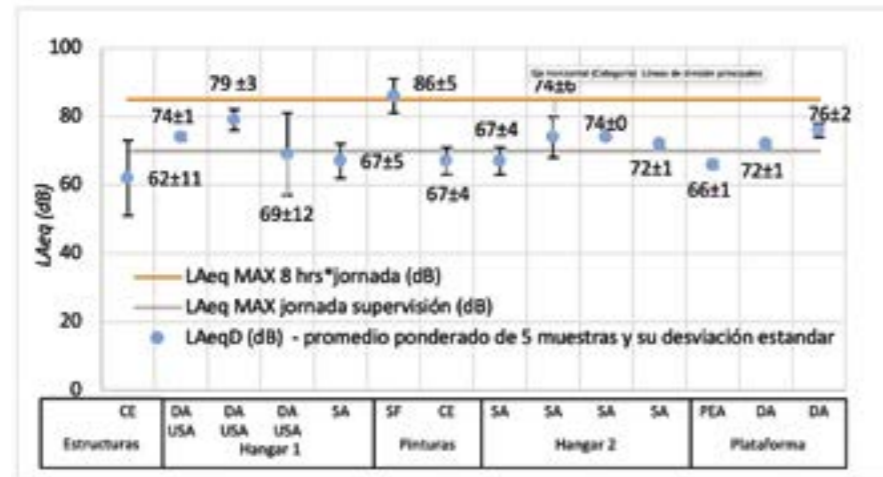


Figura 2. Niveles de ruido mantenimiento aeronaves ala rotatoria

3.4. Ruido en el mantenimiento de aeronaves supersónicas en la Base Aérea Taura

El ruido generado en las actividades de mantenimiento de aeronaves supersónicas que operan en Taura se registra en la figura 3, cinco de los valores obtenidos superan considerablemente los 85 dB, principalmente en la labor DA, donde se alcanzan 105 dB al momento de encendido del motor de reacción que poseen este tipo de aviones de combate.

3.5. Ruido en el mantenimiento de aeronaves de combate a turbohélice en la Base Aérea Manta

Las labores de mantenimiento ejecutadas en la Base de Manta para los aviones monomotor a turbohélice que operan en este reparto, según lo mostrado en la figura 4, registran niveles de ruido que alcanzan 93 dB para actividades de remachado (RF) y valores de 87 dB y 90 dB, en línea de vuelo para el chequeo de reportaje previo al despacho de la aeronave (DA CHR). En general el 21.43 % de datos supera los 85 dB, (figura 4). El resto de actividades no superan el límite de 85 dB, establecido como valor crítico para una jornada de 8 horas conforme a la normativa.

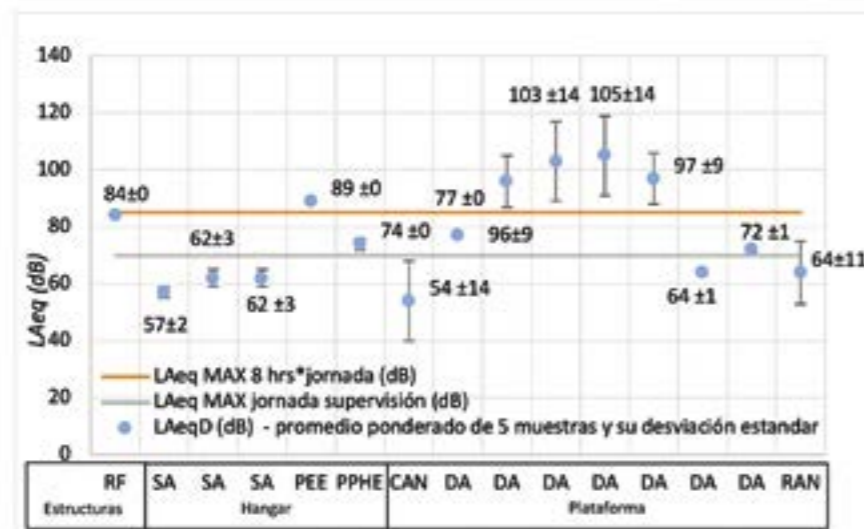


Figura 3. Niveles de ruido mantenimiento aeronaves supersónicas

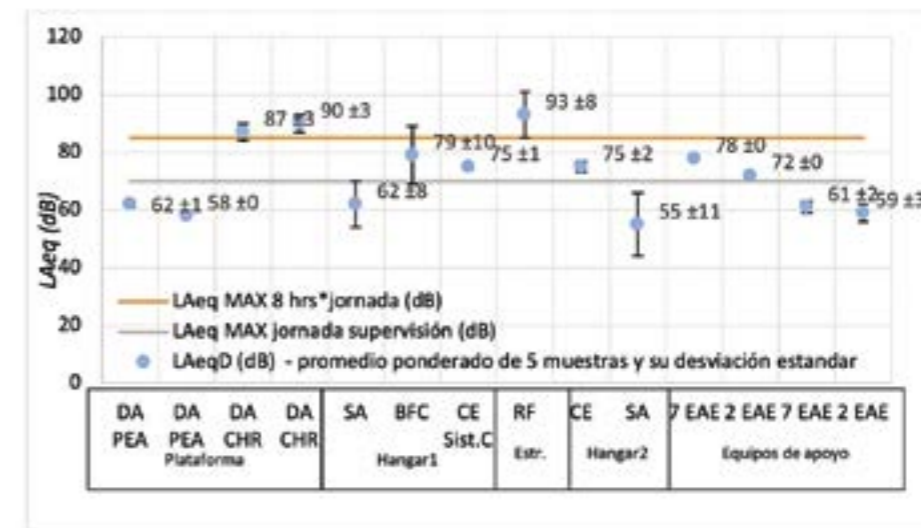


Figura 4. Niveles de ruido mantenimiento aeronaves de combate a turbohélice

3.6. Ruido en el mantenimiento de aeronaves de transporte en la Base Aérea Cotopaxi

En la Base Aérea Cotopaxi, donde operan aeronaves de transporte de pasajeros (tipo 1) y transporte táctico (tipo 2), se obtuvieron niveles de ruido entre los 50 dB y 91 dB, con el 42 % sobre los 85 dB, como se observa en la figura 5, de estos, 3 actividades corresponden al despacho de aeronaves en la plataforma, una vez encendida la APU (Auxiliary Power Unit) de las aeronaves tipo 1 (DA tipo 1 posterior), así mismo, trabajos de pintura con el encendido del extractor de partículas generan 88 dB (EPF), mientras que en el taller estructuras, utilizando la remachadora (RF) se alcanzan 91 dB, este último valor se repite para el caso del taller de estructuras con RF y en la plataforma para el caso del avión de pasajeros, en su parte posterior, ubicación en la cual el personal técnico ejecuta los distintos chequeos previos al despegue.

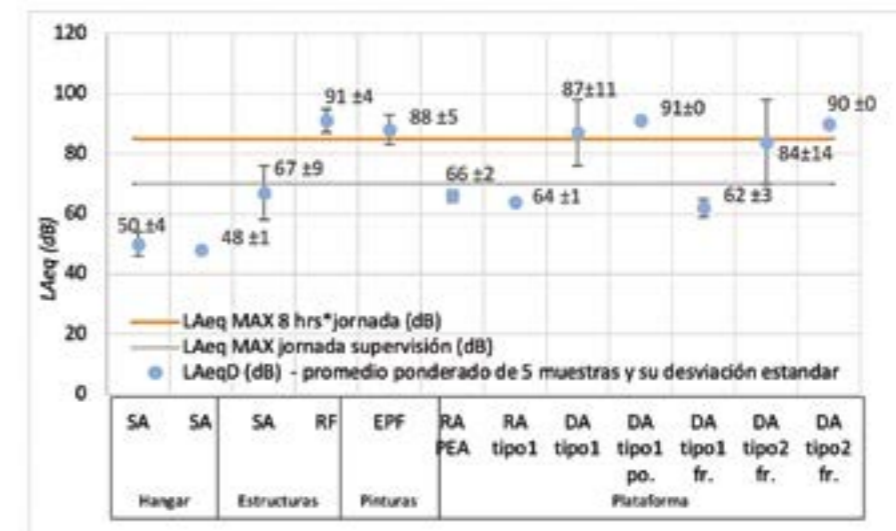


Figura 5. Niveles de ruido mantenimiento aeronaves de transporte

3.7. Consolidado de valores de ruido en comparación con los límites máximos permitidos, tipo de aeronave y ubicación o actividad.

Acorde al número de puntos descritos en la tabla 1, evaluados en cada Base Aérea, en la figura 6 y tabla 4, se visualiza el consolidado de valores para todos los tipos de mantenimiento de

aeronaves y el comparativo con los valores límite, así como, el porcentaje global de puntos que superan dichos límites en todas las unidades militares, advirtiéndose que 25 de los 72 puntos monitoreados (34.72%), están en el rango de los 70 dB a 85 dB, mientras 14 superan los 85 dB (19.44%).

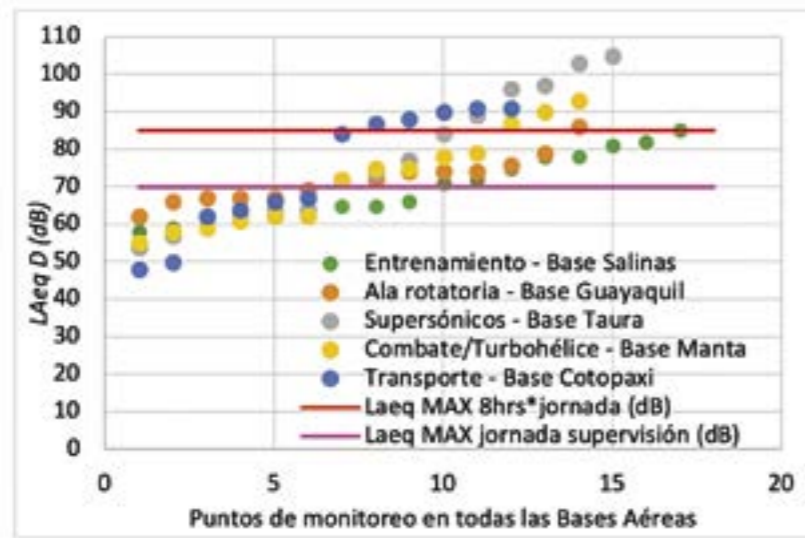


Figura 6. Comparativo niveles de ruido consolidado en relación a los límites máximos

Tabla 4. Niveles de ruido que superan los 70 y 85 dB

Tipo de aeronave	LAeqD < 70 dB (%)	70 dB ≤ LAeqD ≤ 85 Db (%)	LAeqD > 85 dB (%)
Entrenamiento	52.94	47.06	0.0
Ala rotatoria	42.86	50.00	7.14
Supersónico	40.00	26.67	33.33
Combate/turbohélice	42.86	35.71	21.43
Transporte	50.00	8.33	41.67
Total	45.83	34.72	19.44

Las actividades inherentes al 34.72% de puntos monitoreados no implican tareas de regulación o vigilancia, no obstante, en las labores correspondientes al 19.44% de dichos puntos, son necesarias medidas o dispositivos de atenuación de ruido.

La dispersión de valores se muestra en la figura 7 y 8, existiendo la menor variabilidad en las aeronaves de ala rotatoria y en el área de pinturas, así como, la mayor en los aviones de combate supersónicos y en la plataforma; el análisis ANOVA, considerando los factores: tipo de aeronave y ubicación de las actividades de mantenimiento, advierte que únicamente este último, incide en los niveles de ruido para un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$, conforme se registra en la tabla 5.

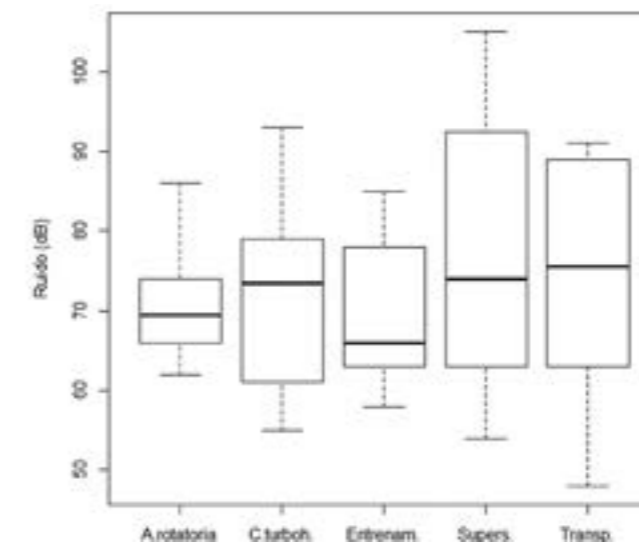


Figura 7. Dispersión de valores de ruido según tipo de aeronave.

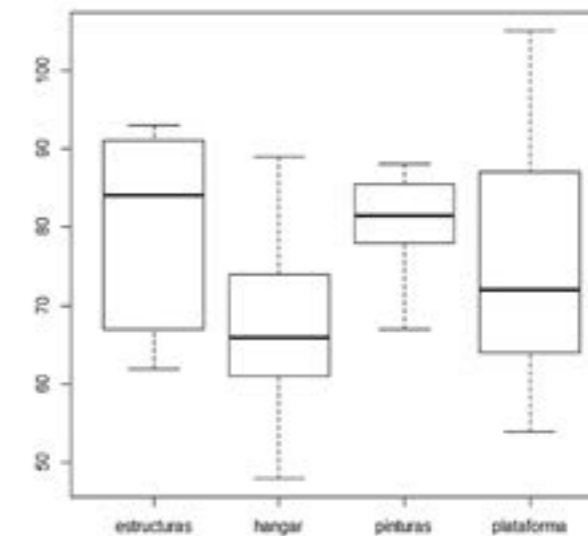


Figura 8. Dispersión de valores de ruido según ubicación de la actividad de mantenimiento.

Tabla 5. Parámetros estadísticos según el factor tipo de aeronave

Factor	ANOVA	
	Tipo de aeronave	Ubicación
p-valor	0.425	0.00365

Para el caso del factor "Ubicación", según la tabla 6, se verifica la normalidad con los parámetros Shapiro-wilk ($0.1198 > 0.05$) y la condición de homocedasticidad de las varianzas con Bartlett ($0.06639 < 0.05$); mediante el test de Tukey, se deduce que existen diferencias significativas entre los niveles de ruido generados en el hangar y los percibidos en el área de pinturas ($p = 0.0174$) y la plataforma de despacho de aeronaves ($p = 0.0166$). Lo contrario sucede con la prueba de contrastes aplicada entre las otras ubicaciones, con valores para p de 0.1053, 0.9977 y 0.9220 muy superiores al nivel de significancia $\alpha = 0.05$.

Tabla 6. Parámetros estadísticos según el ubicación de la actividad de mantenimiento

Factor	Ubicación		p-valor Test Tukey		
	Shapiro-wilk	Bartlett	Hangar-Estructuras	Pinturas-Estructuras	Plataforma-Estructuras
p-valor	0.1198	0.06639	0.1053	0.9977	0.9220
			Pinturas-Hangar	Plataforma-Hangar	Plataforma-Pinturas
			0.0174	0.0166	0.7330

4. DISCUSIÓN

Conforme a la figura 6 y tabla 4, el nivel más alto de ruido en el presente estudio, se registra en las actividades de mantenimiento de la aviación supersónica, alcanzando un $LAeqD$ de 105 dB, en donde 5 datos que corresponden al 33.33 %, superan los 85 dB, de los cuales 4 registros corresponden al pre vuelo o despacho de la aeronave (DA) y un solo valor corresponde al funcionamiento de la planta para enfriamiento (PEE) con 89 dB; resultados que no superan al encontrado por Corbalán et al. (2019), en el momento de despegue de una aeronave de este tipo, no obstante son comparables a los 100 dB determinados en Neilsen et al. (2018), pues fueron obtenidos en la línea de vuelo o plataforma, en el despacho de la aeronave (DA).

Para los sitios o actividades que se encuentran fuera del rango de 85 dB, según lo descrito en Caputo & Correa (2018), dichos niveles pueden ser atenuados con el uso adecuado de elementos de protección auditiva, de manera complementaria, para reducir el tiempo de exposición en los repartos estudiados, se han establecido planes de rotación de personal, con lo cual el nivel de presión sonora percibido, está dentro de los rangos permitidos por la normativa.

El rango de presiones sonoras equivalentes diarias obtenidas (48 dB – 105 dB), difiere del rango obtenido por Copara & Morales (2017) (54 dB – 76dB), debido a que dicha investigación se focalizó en el área de talleres, a diferencia del presente estudio que incluyó monitoreos en exteriores, específicamente en el despacho, recepción y corrida de motores, cuya fuente de ruido principal constituye la propia aeronave.

El análisis estadístico verifica que no hay evidencia suficiente para afirmar que el tipo de aeronave incide en los niveles de ruido, lo contrario ocurre con la ubicación, la misma que está relacionada íntimamente con la actividad, es así que en el taller de pinturas con el compresor encendido (CE) y en el área de estructuras con el soplete en funcionamiento (SF), se generan niveles de ruido similares en todas las Bases Aéreas, convirtiéndose en áreas altamente sensibles que innegablemente deben incluirse dentro de los planes de seguridad y salud ocupacional. La prueba de rango post hoc de Tukey reafirma que existen diferencias significativas entre los niveles de ruido generados en el hangar y los percibidos en el área de pinturas y la plataforma de despacho de aeronaves.

5. CONCLUSIONES

El ruido equivalente diario $LAeqD$, en las unidades militares donde se realizan actividades de mantenimiento de aeronaves, en más del 34 % de puntos de muestreo, se supera los 70 dB, no obstante, las actividades respectivas no implican un alto grado de concentración, tareas de regulación o vigilancia y pueden ser reducidos, con el uso de elementos de protección auditiva y un programa adecuado de prevención y mitigación.

Los mayores niveles de ruido diario equivalente al que está expuesto el personal técnico en el campo de la aeronáutica militar, se presentan en la línea de vuelo de la aviación de combate supersónica y turbohélice, con 105 dB y 90 dB respectivamente, específicamente en las actividades inherentes a despacho, recepción y corrida de motores.

Las actividades de mantenimiento que de manera común generan ruido importante en todos los repartos, corresponden al área de reparaciones estructurales con el funcionamiento de la remachadora y el área de pinturas, alcanzando los 93 dB y 88 dB; áreas en las cuales la supervisión y exigencia del uso de elementos de protección auditiva es innegable.

El presente estudio puede ser complementado con investigaciones posteriores enfocadas en el monitoreo del ruido al interior de las aeronaves militares, en donde la evaluación de este factor de riesgo adquiere una importancia especial, ya que al influir directamente sobre la tripulación, eventualmente podría afectar las operaciones aéreas.

6. REFERENCIAS

APADA-ASTURIAS. (2018). Guía de Recursos de la Discapacidad Auditiva. Principado de Asturias. Asociación de Padres y Amigos de Deficientes Auditivos de Asturias. Recuperado de: <https://Biblioteca.Fundaciononce.Es/Publicaciones/Otras-Editoriales/Guia-de-Recursos-de-La-Discapacidad-Auditiva-Principado-de-Asturias>, 143.

Argomedo Gómez, Y., & Carter Pavicic, K. (2017). Memoria 2017 - Congreso Internacional de Sonido. Caracterización de los niveles de ruido en aeronaves pequeñas en sus fases de vuelo. INACAP, 29–35. Recuperado de: <http://www.inacap.cl/web/2018/documentos/innovacion-y-desarrollo/Congreso-de-Sonido.pdf>

Arnaldo Valdés, R. M., Gómez Comendador, V. F., & Pérez Sanz, L. (2012). Definición e integración de Procedimientos de Descenso Continuo para la mitigación de ruido en la operación del TMA y del aeropuerto de Madrid - Barajas. Ingeniería de Transporte, 16(August 2017), 13–22.

Betancourth, M., & Miranda, W. (2018). Visibilización de las personas con discapacidad en el Ecuador: un enfoque desde los derechos de participación ciudadana/política. Revista Latinoamericana En Discapacidad, Sociedad y Derechos Humanos, 2(2), 37–52.

Caputo, L., & Correa, M. A. (2018). Manejo del ruido en las tripulaciones de la Fuerza Aérea Colombiana en las últimas dos décadas. Ciencia y Poder Aéreo, 13(1), 46. <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.585>.

Carpio Ayora, M. X., & Álvarez Pesantez, K. del R. (2017). Estudio Transversal: Hipoacusia Laboral Inducida por Ruido en Personal de Aeronáutica del Ejército Ecuatoriano y Factores Asociados. Quito – Ecuador, 2014 - 2016. Revista Médica Hospital Del José Carrasco Arteaga, 9(2), 2014–2016. <https://doi.org/10.14410/2017.9.2.ao.19>.

Copara, J. E., & Morales, L. A. (2017). Ruido y manifestaciones no otológicas en trabajadores de mantenimiento aeronáutico. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería En Sistemas, Electrónica e Industrial, 1–11.

Corbalán, E., Trujillo, C., Szajderman, L., & Di Bernardi, A. (2019). Interacción del aeropuerto de la plata con su entorno a través de mapas estratégicos de ruido y mapas de dispersión gaseosa. V Jornadas de Investigación, Transferencia y Extensión de la Facultad de Ingeniería, La Plata, Argentina.

Gordon, J. S., Griest, S. E., Thielman, E. J., Carlson, K. F., Helt, W. J., Lewis, M. S., Blankenship, C., Austin, D., Theodoroff, S. M., & Henry, J. A. (2017). Audiologic characteristics in a sample of recently-separated military Veterans: The Noise Outcomes in Servicemembers Epidemiology Study (NOISE Study). *Hearing Research*, 349, 21–30. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2016.11.014>.

Hecht, Q. A., Hammill, T. L., Calamia, P. T., Smalt, C. J., & Brungart, D. S. (2019). Characterization of acute hearing changes in United States military populations. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 146(5), 3839–3848. <https://doi.org/10.1121/1.5132710>.

INSHT. (2006). Real Decreto 286/2006 de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. *Boletín Oficial Del Estado*, 1–12. http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/TextosLegales/RD/2006/286_2006/PDFs/realdecreto2862006de10demarzobrelaprotecciondelasal.pdf.

Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, & Seguro General de Riesgos del Trabajo. (2016). Decreto Ejecutivo 2393 Reglamento De Seguridad Y Salud De Los Trabajadores Y Mejoramiento Del Medio Ambiente De Trabajo. *Seguro General De Riesgos Del Trabajo*, 94. <http://www.utm.edu.ec/unidadriesgos/documentos/decreto2393.pdf>.

Irgens-Hansen, K., Sunde, E., Bråtteit, M., Baste, V., Oftedal, G., Koefoed, V., Lind, O., & Moen, B. E. (2015). Hearing loss in the royal Norwegian navy: a cross-sectional study. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 88(5), 641–649. <https://doi.org/10.1007/s00420-014-0988-8>.

Ministerio del Ambiente. (2015). Registro Oficial 387 - AM 140. Acuerdo Ministerial 097-A, Texto Unificado de Legislación Secundaria Del Ministerio Del Ambiente (TULSMA), 1–184.

Neilsen, T. B., Vaugh, A. B., Gee, K. L., Hales Swift, S., Wall, A. T., Micah Downing, J., & James, M. M. (2018). Inclusion of broadband shock-associated noise in spectral decomposition of noise from highperformance military aircraft. 2018 AIAA/CEAS Aeroacoustics Conference, 1–20. <https://doi.org/10.2514/6.2018-3146>.

NEXER, G. (2013). Double protection auditive. Dans Quelle Situation l'utilisation d'une Double Protection Auditive Devient-Elle Nécessaire ?. *Hearing Protech*. Recuperado de: <https://www.hearingprotech.com/fr/publications/double-protection-auditive.html>.

OACI. (2015). Protección del Medio Ambiente - Anexo 16 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional. Volumen I Ruido de las aeronaves. Recuperado de: <http://www.anac.gov.ar/anac/web/uploads/normativa/anexos-oaci/anexo-16-vol-i.pdf>.

OMS. (2015). Make Listening. Departamento de Enfermedades No Transmisibles, Discapacidad y Prevención de La Violencia y Los Traumatismos (NVI). Recuperado de: http://www.who.int/pbd/deafness/activities/MLS_Brochure_Spanish_lowres_for_web.pdf.

OSHA. (2013). Manual técnico de OSHA (OTM) Sección III: Capítulo 5. Recuperado de: <https://www.osha.gov/otm/section-3-health-hazards/chapter-5>.

Yankaskas, K., Hammill, T., Packer, M., & Zuo, J. (2017). Editorial: Auditory injury – A military perspective. *Hearing Research*, 349, 1–3. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2017.04.010>.



ARTÍCULO Nro. 7

ANÁLISIS DE LAS IMPLICACIONES DEL USO DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA DE VIGILANCIA DEPENDIENTE (ADS-B) EN LAS AERONAVES DE LA FUERZA AÉREA

Capt. Téc. Avc. David Vallejos Brito

RESUMEN

Este artículo analiza el desarrollo de la nueva tecnología de Transmisión Automática de Vigilancia Dependiente (ADS-B) y sus implicaciones en la seguridad de su implementación para la vigilancia del tráfico aéreo, en el marco de la próxima generación de control aéreo. Esta tecnología permite la observación de aeronaves por medio de una combinación del sistema de posicionamiento global (GPS) y el procesamiento de señales digitales provenientes de la aeronave, lo que permite rastrear su posición, velocidad, dirección del viento y altitud de la misma. Sin embargo, su implantación en esta última década en Estados Unidos, ha sido un tema de investigación profunda, sobre la existencia de vulnerabilidades y amenazas a las que pudo y puede ser sometido el sistema, así como las ventajas que traen su implementación. Con este contexto se plantea una discusión sobre cuales serían las implicaciones que se debe considerar para la implementación de ADS-B en las aeronaves de la Fuerza Aérea.

Palabras claves: ADS-B, Seguridad, NextGen, Vulnerabilidades

ABSTRACT

This article analyzes the development of the new technology Dependent Surveillance Automatic Transmission (ADS-B) and its security implications of its implementation for air traffic surveillance, within the framework of the next generation of air traffic control. This technology allows the observation of aircraft through a combination of the global positioning system (GPS) and digital signal processing of the aircraft, which allows tracking its position, speed, wind direction and altitude. However, its implementation in the last decade in the United States has been the subject of in-depth research on the existence of vulnerabilities and threats to which the system could and may be subjected, as well as the advantages that its implementation brings. With this context, a discussion arises about what would be the implications that should be considered for the implementation of ADS-B in Air Force aircraft.

Keywords: ADS-B, Security, NextGen, Threats, Vulnerabilities

1. Introducción

La Administración Federal de Aviación de EE.UU., más conocida por sus siglas FAA, en la calidad de Autoridad Aeronáutica de ese país, y en el contexto de llevar a la aviación de transporte aéreo a la próxima generación (NextGen); en 2010 dio inicio a la ejecución de una serie de programas, sistemas, políticas y procedimientos interrelacionados, con la finalidad de realizar un cambio drástico al funcionamiento del Sistema Nacional de Espacio Aéreo (NAS), tendiente a modernizar sus capacidades para garantizar un vuelo seguro, eficiente y controlado en el transporte aéreo (Federal Aviation Administration, 2021).

En este marco, uno de los programas claves que permiten la innovación tecnológica en la gestión de tráfico aéreo, es el sistema de Transmisión Automática de Vigilancia Dependiente (ADS-B por sus siglas en inglés). Por lo que, la FAA publicó en el registro federal, la regla final titulada "Requisitos de desempeño a la salida de la transmisión automática de vigilancia dependiente (ADS-B) para respaldar el servicio de control de tráfico aéreo (ATC)", con la enmienda técnica realizada el febrero del 2015 (Federal Register, 2015), en la cual se estableció como plazo para implementar el sistema ADS-B en todas las aeronaves que realizan vuelos en el espacio aéreo norteamericano, hasta enero del 2020 (Foerster et al., 2012).

La tecnología ADS-B, puede describirse como una nueva tecnología que permite la observación de aquellas aeronaves con este sistema instalado, empleando la información de posición de un sistema global de navegación por satélite (GNSS) (Neven et al., 2005), de modo que las aeronaves pueden ser rastreadas y monitoreadas por su posición, velocidad, dirección del viento y altitud. Este sistema es relativamente versátil para ser montado en aviones o estaciones terrestres, teniendo mejores prestaciones que el radar (Krozel et al., 2004).

El ADS-B parece ser revolucionario, con solo una antena y un dispositivo del tamaño de un refrigerador pequeño, puede detectar aviones y mostrar el tráfico aéreo. La transmisión automática de vigilancia dependiente (ADS-B) es una tecnología de detección en la que cada aeronave a través de su propio transpondedor transmite dos veces por segunda información sobre altitud, posición, velocidad, dirección y otra información a estaciones terrestres y otras aeronaves. Esta información se obtiene de la información de respaldo del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) o del Sistema de Gestión de Vuelo (FMS) en cada aeronave. En la aviación civil, en donde un gran porcentaje de esta se dedica al transporte aéreo de pasajeros, es fundamental el tener medidas de seguridad que permitan tener una operación segura de la aeronave, por lo que, los servicios de navegación aérea son una pieza clave para mantener esta seguridad. Esto se complementa con la capacidad de los operadores aeroportuarios, para proporcionar al máximo los servicios de navegación aérea, para lo cual requieren contar con unas adecuadas instalaciones aeroportuarias. En este sentido, y considerando que el avance tecnológico contribuye a estrechar brechas tecnológicas, es notorio el crecimiento de instalaciones sofisticadas para el apoyo brindado por los servicios de navegación aérea. Esto implica que el uso convencional del radar, este siendo reemplazado por la tecnología proporcionada por el sistema ADS-B.

2. Funcionamiento

La transmisión automática de vigilancia dependiente (ADS-B), es una reciente tecnología de detección, con la cual es posible emplear un protocolo de transmisión para transmitir cada segundo, la altitud, posición, velocidad y dirección (Riahi & Kaabouch, 2017), así como información adicional hacia las estaciones terrestres u otras aeronaves (Foerster et al., 2012). Esta información se obtiene de la información de respaldo del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) o del Sistema de Gestión de Vuelo (FMS) en cada aeronave (Neven et al., 2005).

Así mismo, el hecho de poder transmitir información cada segundo, a diferencia de los sistemas convencionales basados en radar, los cuales emplean entre 4 a 5 segundos para la transmisión de esta información, hace que esta tecnología tenga una tasa menor en la transmisión y la hace fiable y precisa (McCallie et al., 2011).

Cada aeronave transmite señales de datos de la condición de vuelo, asistidas por la constelación satelital (GNSS), a través de los transpondedores y capturados por las estaciones terrestres, siendo esta información procesada previo a su recepción por parte de las ATC (OACI, 2021). Existe una diferencia marca entre el radar (primario o secundario) y la tecnología ADS-B, siendo básicamente su funcionamiento. En la estación ADS-B, el dispositivo receptor ADS-B espera y recibe una transmisión de la aeronave que contiene información sobre su posición a intervalos regulares.

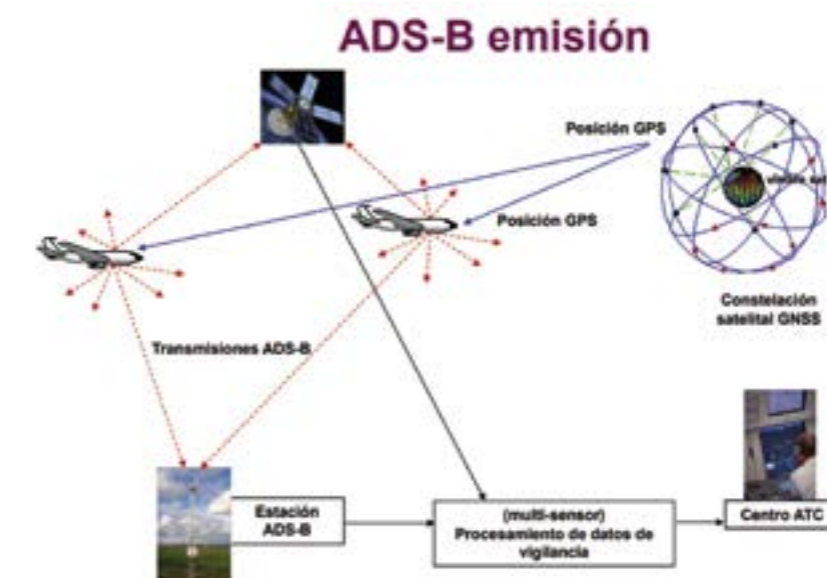


Figura 1. Diagrama esquemático del proceso de emisión del ADS-B
Fuente: Obtenido de (OACI, 2021)

En este caso, la información se transmite utilizando el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y el transpondedor en modo S, de modo que la integridad de los datos enviados no disminuya, ya que la distancia entre la estación transmisora y la estación receptora se aleja cada vez más. "El intercambio de información de la posición, velocidad, dirección y altitud de la aeronave con otras aeronaves en un cierto radio se presenta con mayor precisión a la ATC, proporcionando información muy útil para controlar vuelos en un espacio aéreo, constituyendo un elemento crítico en la coordinación entre las regiones de información de vuelo.

Con la tecnología ADS-B se pueden lograr todas estas cosas. La información que llega a esta estación terrestre se denomina ADS-B Out, cuyo resultado se puede visualizar en una pantalla de tráfico aéreo en general. Esta información también se puede transmitir a aeronaves equipadas con ADS-B, siendo visible a través de la pantalla de tráfico instalada en la cabina. Esto es lo que se conoce como ADS-B In. Además, la estación terrestre ADS-B puede proporcionar información adicional, como las condiciones meteorológicas y la información del espacio aéreo, a través de enlaces existentes. Por lo que se requiere realizar un gran esfuerzo para realizar la provisión de instalaciones de navegación aérea con la calidad y cantidad adecuadas, y mandatarias establecidas en las regulaciones internacionales y alta tecnología.

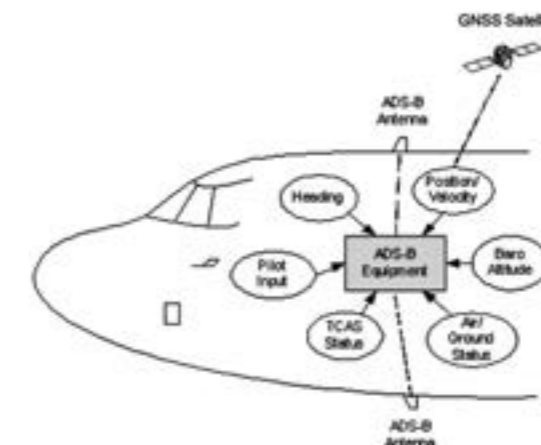


Figura 2. Ejemplo de algunos de los sistemas de aviónica que proporcionan información a la aviónica ADS-B
Fuente: Obtenido de (OACI, 2021)

La aeronave está equipada con un transpondedor ADS-B que funciona para transmitir información continuamente al receptor ADS-B en tierra (estación terrestre). Estos datos se utilizan para mostrar visualmente la posición de la aeronave y otra información como altitud, velocidad e incluso la identificación de la aeronave. Además, el sistema ADS-B ofrece ventajas en comparación con los sistemas de radar, como el intercambio de datos más serios y los datos potenciales entre las aeronaves, como por ejemplo las actualizaciones meteorológicas, los destinos de las aeronaves y los datos de aviónica (Wu et al., 2020).

Es posible tener un mejor entendimiento del por qué esta tecnología es denominada: Automatic Dependent Surveillance-Broadcast (ADS-B), presentando su significado y contexto, de la siguiente forma:

- Automático: el trabajo que realiza el equipo no es intervenido por humanos;
- Dependiente: el resultado de la observación no lo determina el observador, sino el procesamiento de datos obtenidos de la constelación de satélite;
- Vigilancia: los datos entrantes son en forma de posición, altitud, velocidad, dirección y otros;
- Transmisión: La difusión se la realiza de forma permanente sin necesidad de un disparador externo.(2015).

3. Ventajas

Las ventajas del sistema ADS-B incluyen la reducción de la congestión de las comunicaciones, la seguridad y el estado de alerta del piloto, la reducción de las demoras en el rodaje o despegue y la reducción de costos.

Cualquier aeronave que emplea esta tecnología, está equipada con un transpondedor MODE-S que recibirá datos de ubicación del GNSS (Sistema de navegación por satélite global) y luego enviará los datos al receptor ADS-B o la estación terrestre ADS-B.

Al ser, relativamente, una nueva tecnología para la aviación, existe investigaciones científicas enfocadas a mejorar debilidades del sistema, y hacer que este sistema sea más robusto. Este es el caso de la investigación efectuada por Krozel et. al (2004), en el cual se ha construido un sistema para proporcionar estimaciones continuas del estado de la aeronave en tiempo real, a la cual se le está rastreando y realizando una verificación de que la aeronave está siguiendo la intención de transmisión ADS-B (Borrelli, 2004).

Así mismo, la investigación sobre este tipo de tecnología, ha conllevado a desarrollar otras tecnologías para ser empleadas en desarrollo y aumento de capacidades de UAV. La metodología y el software en los resultados del ciclo se presentan ilustrando la efectividad del umbral de evitación basado en el tiempo propuesto.

4. Desventajas

Existen artículos científicos como el presentado por Riahi & Kaabouch (2017), en el cual se analiza las vulnerabilidades que se presentan al emplear el sistema ADS-B, o como también es el caso de McCallie et. al (2011), quienes manifiestan deficiencias en la seguridad para el tratamiento de datos transmitido por el sistema ADS-B (Yong et al., 2012).

Por otra parte la Agencia de la Unión Europea para la Seguridad de las Redes y la Información (ENISA, 2016), en una publicación informa al sector de la aviación mundial, sobre la presencia de incidentes en la seguridad de la información, como es el caso de ciberataques e interrupciones a los sistemas TICs de aeronaves. El impacto que estima esta agencia, puede ser desde una simple distracción a los pilotos hasta graves falsas interpretaciones de la información de los sistemas de navegación, lo que puede conducir a un riesgo de colisiones entre aeronaves y

afectar la seguridad del espacio aéreo (Schäfer et al., 2013).

5. Propuesta

Considerando que Estados Unidos preveo 10 años para la implementación de la tecnología ADS-B para el control del tráfico aéreo propio, y al analizar los inconvenientes que se presentaron y fueron solventados en el desarrollo de esta enorme tarea (Federal Aviation Administration, 2014), es necesario comprender que para tal tarea requirió de una inversión significativa por parte de las aerolíneas que operan en ese país.

Por lo que, para llegar a implementar la tecnología ADS-B en la Fuerza Aérea, se requiere contar con una infraestructura adecuada en los operadores aeroportuarios, lo que implica que la DGAC, en su calidad de Autoridad Aeronáutica Civil, debe realizar un esfuerzo por conseguir cooperaciones, convenios o acuerdos con los países estratégicos, a fin de intercambiar conocimientos y experiencias en la implementación de todo este sistema.

Además, sería necesario establecer un periodo de prueba en el marco del sistema ADS-B, para llevar a cabo un plan de implementación en el Ecuador, el mismo que tendría que tener tanto la participación de la DGAC como la Fuerza Aérea; sin embargo, este desarrollo no es imperante para las operaciones que efectúa la Fuerza Aérea, por lo que, empezar a realizar un plan de implementación a largo plazo, sería lo más adecuado hasta que los inconvenientes que aún se presentan con este sistema, sean resueltos a plenitud y garanticen una seguridad en el transmisión de datos.

Es indiscutible que, a mediano plazo, es decir a menos de unos 5 años, esta tendencia tecnológica, que por el momento se está implementado en potencias mundiales y ciertos países, obliguen a los países en vías de desarrollo, a tomar acciones para acortar la brecha tecnológica y ser partícipes de un sistema de Transmisión Automática de Vigilancia Dependiente (ADS-B) globalizado, que otorgue condiciones de operación segura entre aeronaves, optimizando el espacio aéreo de cada nación y aumentando sus capacidades de vigilancia en el ámbito del transporte aéreo, más en el ámbito militar, aún queda temas por abordar, como es la seguridad de la transmisión de datos.

Referencias Bibliográficas

Borrelli, G. S. (2004). ADS-B to link-16 gateway demonstration: Investigation of a low cost ADS-B option. The 23rd Digital Avionics Systems Conference (IEEE Cat. No.04CH37576), 1, 1.B.5-1.1. <https://doi.org/10.1109/DASC.2004.1391239>.

ENISA. (2016). Securing Smart Airports [Report/Study]. ENISA. <https://www.enisa.europa.eu/publications/securing-smart-airports>.

Federal Aviation Administration. (2014). ADS-B Benefits Are Limited Due to a Lack of Advanced Capabilities and Delays in User Equipage (Audit Report AV-2014-105; p. 29).

Federal Aviation Administration. (2021). Sistema de transporte aéreo de próxima generación (NextGen) [Template]. <https://www.faa.gov/nextgen/>.

Federal Register. (2015, febrero 9). Automatic Dependent Surveillance-Broadcast (ADS-B) Out Performance Requirements To Support Air Traffic Control (ATC) Service; Technical Amendment. Federal Register. <https://www.federalregister.gov/documents/2015/02/09/2015-02579/automatic-dependent-surveillance-broadcast-ads-b-out-performance-requirements-to-support-air-traffic>.

Foerster, K., Mullins, M., Kaabouch, N., & Semke, W. (2012). Flight Testing of a Right-of-Way Compliant ADS-B-based Miniature Sense and Avoid System. Infotech@Aerospace 2012. <https://doi.org/10.2514/6.2012-2503>.

Gellerman, N., Kaabouch, N., & Semke, W. (2015). A terrain avoidance algorithm based on the requirements of terrain awareness and warning systems. 2015 IEEE Aerospace Conference, 1-6. <https://doi.org/10.1109/AERO.2015.7119160>.

Krozel, J., Andrisani, D., Ayoubi, M., Hoshizaki, T., & Schwalm, C. (2004, septiembre 20). Aircraft ADS-B Data Integrity Check. <https://doi.org/10.2514/6.2004-6263>.

McCallie, D., Butts, J., & Mills, R. (2011). Security analysis of the ADS-B implementation in the next generation air transportation system. International Journal of Critical Infrastructure Protection, 4(2), 78-87. <https://doi.org/10.1016/j.ijcip.2011.06.001>.

Neven, W. H. L., Quilter, T. J., Weedon, R., & Hogendoorn, R. A. (2005). Wide Area Multilateration. Eurocontrol, Versión 1.1(NLR-CR-2004-472), 94.

Nijsure, Y., Kaddoum, G., Gagnon, G., Gagnon, F., Yuen, C., & Mahapatra, R. (2015). Adaptive Air-to-Ground Secure Communication System Based on ADS-B and Wide-Area Multilateration. IEEE Transactions on Vehicular Technology. <https://doi.org/10.1109/TVT.2015.2438171>.

OACI, (NACC Oficina). (2021, enero). Introduction to ADS-B. Overview ADS-B. <https://www.icao.int/NACC/Documents/Forms/AllItems>.

Riahi, M., & Kaabouch, N. (2017). Analysis of vulnerabilities, attacks, countermeasures and overall risk of the Automatic Dependent Surveillance-Broadcast (ADS-B) system—ScienceDirect. International Journal of Critical Infrastructure Protection, Vol. 19, 16-31. <https://doi.org/10.1016/j.ijcip.2017.10.002>.

Schäfer, M., Lenders, V., & Martinovic, I. (2013). Experimental Analysis of Attacks on Next Generation Air Traffic Communication. En M. Jacobson, M. Locasto, P. Mohassel, & R. Safavi-Naini (Eds.), Applied Cryptography and Network Security (pp. 253-271). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-38980-1_16.

Wu, Z., Shang, T., & Guo, A. (2020). Security Issues in Automatic Dependent Surveillance-Broadcast (ADS-B): A Survey. IEEE Access, 8, 122147-122167. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3007182>.

Yong, T., Honggang, W., Zhili, X., & Zhongtao, H. (2012). ADS-B and SSR data fusion and application. 2012 IEEE International Conference on Computer Science and Automation Engineering (CSAE), 2, 255-258. <https://doi.org/10.1109/CSAE.2012.6272769>.



ARTÍCULO Nro. 8

IMPLEMENTACIÓN DE PRUEBAS DE CONFIANZA AL PERSONAL DE OFICIALES Y AEROTÉCNICOS, MEDIANTE DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS PARA INCREMENTAR LOS NIVELES DE SEGURIDAD EN LAS ÁREAS CRÍTICAS DE LA FAE

TCrn. EMT. Avc. Jaime Andrade
TCrn. EMT. Avc. Xavier Samaniego

RESUMEN

En la actualidad la fuga de información en cualquier institución pública o privada se ha vuelto un problema que ha puesto en riesgo su credibilidad o el normal funcionamiento de éstas instituciones, por tal motivo el contar con personal idóneo en el manejo de información clasificada, es un requisito indispensable para cualquier organización, más aun en la institución militar, en donde se maneja información militar clasificada que pone en riesgo la seguridad nacional o la seguridad de las operaciones militares; por tal motivo, el presente trabajo de investigación, está dirigido a implementar pruebas de confianza al personal militar y civil que trabaja en las áreas críticas de la Fuerza Aérea Ecuatoriana para de esta manera asegurar que el personal que trabaja en éstas áreas esté correctamente calificado para este fin y minimizar al máximo la fuga de información que ponga en riesgo la seguridad de las operaciones militares, la imagen o credibilidad de la institución, así como el involucramiento de sus integrantes en actividades al margen de la ley.

ABSTRACT

At present, the leakage of information in any public or private institution has become a problem that has jeopardized their credibility or the normal functioning of these institutions, for this reason having qualified personnel in the management of classified information is an indispensable requirement for any organization, even more so in the military institution, where classified military information is handled that puts national security or the security of military operations at risk; For this reason, this research work is aimed at implementing confidence tests for military and civilian personnel working in the critical areas of the Ecuadorian Air Force to ensure that the personnel working in these areas are properly qualified for this aim and minimize the leakage of information that puts at risk the security of military operations, the image or credibility of the institution.

Palabras clave: áreas críticas, pruebas de confianza, información clasificada, seguridad, operaciones militares.

INTRODUCCIÓN

El contar con personal idóneo en las áreas críticas de la Fuerza Aérea Ecuatoriana, que garanticen el adecuado manejo de la información militar clasificada, ha provocado el interés en la Dirección de Inteligencia FAE ya que se busca implementar pruebas de confianza que minimicen el riesgo de fuga de información que pongan en riesgo la seguridad de las operaciones militares, la credibilidad o imagen institucional.

La adecuada selección de personal que labore y maneje información militar clasificada, es de suma importancia en la institución, ya que al tener las Fuerzas Armadas como misión fundamental la conservación de la soberanía e integridad territorial, se ejecutan operaciones militares para éste fin, las cuales resultan eficaces cuando se realizan en el marco de la sorpresa, sigilo y oportunidad; sin embargo, si existe fuga de información de la realización de las mismas, se pone en riesgo la efectividad de éstas operaciones y la seguridad de sus integrantes, afectando a la seguridad de las operaciones militares y por ende a la Seguridad Nacional.

EL PROBLEMA

El Sistema de Inteligencia FAE, al no contar con las herramientas necesarias, como la realización de pruebas de confianza, que le permitan efectuar una adecuada selección del personal que labora en las áreas críticas de la Institución, podría generar fuga de información clasificada, o involucramiento de personal militar en actividades ilícitas, poniendo en riesgo la efectividad de las operaciones aéreas, la planificación militar o inclusive la Seguridad Nacional.

Varios países de la región han implementado pruebas de confianza para la selección de personal en áreas críticas, que les han permitido contar con personas idóneas en estas áreas, reduciendo la fuga de información que ponía en riesgo su credibilidad o imagen internacional. En nuestro país, varias instituciones públicas y privadas, entre ellas la Policía Nacional, han implementado en sus procesos de selección de nuevos integrantes, la realización de pruebas de confianza, obteniendo resultados positivos, que les han permitido reducir el involucramiento de sus integrantes en actividades ilícitas, aumentando su nivel de aceptación ante la sociedad ecuatoriana, al recuperar su imagen institucional, ante lo cual, surgen la siguiente pregunta:

¿La fuga de información clasificada, pone en riesgo la efectividad de las operaciones aéreas, la planificación militar y/o la Seguridad Nacional y afecta la imagen y credibilidad de la Institución?

JUSTIFICACIÓN

La efectividad de las operaciones aéreas, la planificación militar y la seguridad nacional, se sustentan en el correcto manejo de la información militar clasificada por parte de los encargados de la elaboración, manejo y custodia de la misma, de ahí que contar con personal idóneo, calificado y adiestrado en ésta tarea se vuelve un trabajo indispensable para la seguridad del país; situación que en la actualidad no se realiza en su totalidad en la Institución, debido a que actualmente no se cuenta con una normativa legal expedida desde el más alto nivel de la FAE, ya que los equipos y el personal experto para la realización de pruebas de confianza (Polígrafo y/o Estrés de voz), se cuentan en las diferentes Instituciones del Estado, por lo cual la realización de éstas pruebas es totalmente aplicable a nuestra realidad, dependiendo tan sólo de la decisión del mando institucional de normar la obligatoriedad de realizar éstas pruebas al personal que labora en las áreas críticas de la Institución, lo que beneficiará en la maximización de la seguridad de la información militar clasificada y por ende en el cumplimiento de la misión encomendada a las Fuerzas Armadas. Las acciones del gobierno de la década pasada intentaron afectar la institucionalidad de Fuerzas Armadas, principalmente la disciplina que es el pilar fundamental de toda institución armada, surgiendo brotes de indisciplina e intentando confrontar a la tropa con los oficiales, por lo cual es menester contar con personal bien seleccionado y calificado en las áreas críticas donde se maneja información militar clasificada y que su divulgación no autorizada podría poner en riesgo las operaciones militares.

MARCO TEÓRICO/LEGAL

Históricamente en la Fuerza Aérea Ecuatoriana se ha resguardado la información clasificada únicamente mediante la aplicación de medidas pasivas, las mismas que estaban contempladas en el Manual de Seguridad de Documentos "RT-3-IV" en cuanto a su manejo y custodia; en la actualidad debido al avance de las nuevas y tecnologías, la información clasificada ha sido tratada mediante medios físicos y digitales, siendo de esta última la que menos control se ha tenido, debido a los diferentes métodos de ser obtenida y/o transportada o enviada (dispositivos de comunicación electrónicos, correos electrónicos, imágenes digitales, dispositivos de almacenamiento externo), ante este riesgo no se ha actualizado las políticas o normas a seguir por parte de los miembros de la Fuerza Aérea especialmente en las diferentes áreas sensibles donde se maneja y custodia información clasificada, de la misma forma no se ha realizado anteriormente estudios o implementado pruebas de confianza que permitan medir el nivel de confiabilidad de todo el personal que accede a información de carácter sensible dentro de la institución.

Ante los nuevos escenarios en los que se desenvuelven las Fuerzas Armadas, se encuentran inmersos temas relacionados a la seguridad nacional con sus respectivas amenazas y riesgos que han emergido producto de los cambios sociales en el país, lo que no deja exento a la Fuerza Aérea de ser parte de este espectro de amenazas como la delincuencia transnacional y el crimen organizado, el narcotráfico junto a sus delitos conexos, piratería, pesca ilegal no declarada, terrorismo y ciber ataques; riesgos vinculados a la degradación medio ambiental, flujos migratorios ilegales, contaminación del medio marino entre otros., tal como consta en La Política de la Defensa Nacional del 2018.

En este contexto, en las Fuerzas Armadas se ha hecho necesario incrementar las medidas pasivas y activas de seguridad militar, con el fin de poder identificar factores de riesgo que afecten a la imagen institucional de las mismas, especialmente en el campo de la Contrainteligencia, la misma que se conceptualiza como "Un aspecto de la inteligencia militar relacionada con todas las medidas de control y seguridad, bien sean activas o pasivas designadas para asegurar la protección de información de materiales, personal e instalaciones en contra de actividades del enemigo sean estas, sabotaje, espionaje, subversión, etc." (Manual de Inteligencia AGA, 2018).

La doctrina de Inteligencia Terrestre también abarca a la Contrainteligencia en forma similar "Aspecto de inteligencia que se dedica a destruir la eficacia de las actividades de inteligencia enemigas; a proteger las informaciones contra el espionaje, a los individuos contra la subversión y a las instalaciones y/o material contra el sabotaje" (Manual Básico de Inteligencia Militar de la Fuerza Terrestre, 2005). La Inteligencia dentro de su propio ciclo (Planeamiento y dirección del esfuerzo de búsqueda de información, Obtención de Información, Análisis y procesamiento de la información obtenida y Difusión y uso de la Inteligencia Obtenida), contempla en su segundo paso la obtención, esta se da a través de procedimientos que son consideradas como técnicas abiertas o especiales que facilitan la obtención de la misma para ser procesada mediante el respectivo análisis, dentro de estos procedimientos contamos con procedimientos abiertos o comunes y especiales que son realizados por especialistas en el área.

Dentro de estos procedimientos especiales encontramos a las Operaciones especiales de Contrainteligencia las cuales abarcan las Operaciones Contra Espionaje, Contra Sabotaje y Contra Subversión, para el efecto del presente análisis nos centraremos como medida de seguridad militar a lo correspondiente a las Operaciones Contra Espionaje la cual va vinculada con la protección de la información en sus diferentes contextos, ya sea esta información, física, digital, impresa, etc.

La Contrainteligencia abarca operaciones de Seguridad Militar, Seguridad Civil, Seguridad de los puertos, fronteras y viajes; Censura y Operaciones Especiales de Contra Inteligencia (Manual Básico de Inteligencia Militar de la Fuerza Terrestre, 2005), en lo concerniente al Contra Espionaje centraremos el objeto de estudio a fin de correlacionar el uso de la tecnología como instrumento de apoyo en la obtención de información de personal militar y civil desafecto que se encuentre vinculado con actividades ilícitas que puedan degenerar en actos en contra de la imagen institucional de la Fuerza Aérea Ecuatoriana.

Al ser considerado el Narcotráfico y sus delitos conexos como una amenaza global, la misma que ha logrado penetrar muchas instituciones del Estado así como a la Fuerza Pública, podemos mencionar que la Fuerza Aérea no ha estado exenta de esta amenaza, tal como consta en diferentes casos donde se ha visto involucrado el personal militar con este tipo de delitos (Militares detenidos con droga dentro de la Base Aérea de Manta el 13 de septiembre del 2018, detención de miembro activo en la ESMA, vinculado con decomiso de droga en el sector de Virgen de Fátima el 06 de agosto del 2019), lo que confirma que los tentáculos de esta amenaza ya ha logrado reclutar a personal militar activo y pasivo, esto sumado al incremento de la detección de TNI´s (Tráficos no Identificados), en violaciones al espacio aéreo ecuatoriano desde el año 2012 al año 2019 con un total de 19 casos confirmados vinculados al Tráfico ilícito de drogas, hace necesario incrementar medidas de seguridad activa y pasiva que permitan minimizar el impacto de este riesgo y así evitar que el personal militar y civil sea parte de estas organizaciones ilegales mediante actividades de Contrainteligencia.

Es importante la implementación del uso de instrumentos electrónicos como medida de detección de personal desafecto con ingenios actuales como polígrafos y equipos de estrés de voz, política adoptada ya en la Policía Nacional operacionalizada por la Inspectoría General de la Policía Nacional, Subdirección de Control de Confianza, siendo esta la encargada de realizar pruebas integrales de seguridad y confianza en los campos de toxicología, socio económica, psicología y poligráfica, para establecer los niveles de confiabilidad de las y los servidores policiales o de quienes se encuentren en proceso de selección para pertenecer a la Institución (REGLAMENTO PARA LA APLICACIÓN DE LA EVALUACIÓN INTEGRAL DE CONFIANZA A LOS ASPIRANTES, SERVIDORAS Y SERVIDORES DE LA POLICÍA NACIONAL DEL ECUADOR, SERVIDORAS Y SERVIDORES PÚBLICOS, POSTULANTES, Segundo Suplemento del Registro Oficial No.281 , 3 de Julio 2014), lo cual permitiría mediante el mismo método, calificar técnicamente al personal militar y civil de la institución que labora en áreas sensibles, determinando así el grado de confiabilidad de quienes forman parte de la Fuerza Aérea.

METODOLOGÍA

El presente trabajo investigativo, se basa en una metodología cuantitativa, ya que el análisis estadístico va a resumirse en función del conteo de datos y observaciones realizadas y su cálculo de las proporciones de observaciones en cada categoría.

La investigación cuantitativa, es de índole descriptiva y la usan los investigadores para comprender los efectos de diversos insumos promocionales en el consumidor, dándoles así a los mercadólogos la oportunidad de “predecir” el comportamiento del consumidor. Este enfoque de investigación se conoce con el nombre de positivismo, en tanto que los investigadores del consumidor cuyo principal interés consiste en predecir el comportamiento de los consumidores se designan con el nombre de positivistas. Los métodos usados en la investigación positivista se tomaron principalmente de las ciencias naturales, y consiste en observación, experimentación y técnicas de encuesta. Los resultados son descriptivos, empíricos y, se recaban en forma aleatoria (es decir, utilizando una muestra probalística), pueden generalizarse a poblaciones más grandes. Puesto que los datos recabados son cuantitativos, sirven para realizar un análisis estadístico complejo. (Schiffman, 2005, pág. 27).

Este tipo de investigación que se va a utilizar en el presente trabajo, permitirá optimizar el procesamiento de datos, especialmente para los que son recolectados mediante encuestas en los Centros de Mando y Control de Quito y Guayaquil de la FAE, en vista que con este enfoque se genera datos o información numérica que puede ser convertida en números, dentro de ellas podemos determinar el tipo de información militar clasificada que se maneja en éstos lugares, seguridades existente para éste tipo de información, quiénes la manejan y hacia dónde se difunde la misma, que proceso de selección se realizó para el personal que trabaja en éstos lugares; con el único afán de proponer la implementación de realizar pruebas de confianza al personal que labora en éstos lugares y aumentar el nivel de seguridad de la información militar clasificada que se maneja en las áreas críticas de la Institución.

Los métodos de investigación utilizada para este trabajo se centran en la investigación de campo y documental, las cuales se las define como:

Investigación de campo:

“Constituye un proceso sistemático, riguroso y racional de recolección, tratamiento, análisis y presentación de datos, basado en una estrategia de recolección directa de la realidad de las informaciones necesarias para la investigación. De acuerdo con el propósito, la investigación de campo puede ser de dos tipos: investigación exploratoria, constituida por aquellos estudios que tratan de describir la situación sin intentar explicar o predecir las relaciones que se encontraran en ella y verificación de hipótesis, trata de establecer relaciones entre variables, con la finalidad de explicar el comportamiento del fenómeno o hecho en estudio” (Red Escolar de Venezuela, 2014).

Se ha tomado en cuenta a los Centros de Mando y Control de Quito y Guayaquil de la FAE, ya que en estos sitios es dónde se maneja la información militar clasificada más sensible para la realización de las operaciones militares, lo que permitirá obtener información de primera mano

Investigación Documental:

“Es una técnica que permite obtener documentos nuevos en los que es posible describir, explicar, analizar, comparar, criticar entre otras actividades intelectuales, un tema o asunto mediante el análisis de fuentes de información” (Ávila Baray, 2014).

“La investigación documental consiste en un análisis de la información escrita sobre un determinado tema, con el propósito de establecer relaciones, diferencias, etapas, posturas o estado actual del conocimiento respecto del tema objeto de estudio” (Torres, 2006, pág. 112).

Se debe resaltar que la técnica utilizada para poder poner en práctica las modalidades de investigación anteriormente señalada es la Encuesta.

Con esta técnica lo que se busca es tener valores cuantitativos mediante la encuesta realizada a los miembros que laboran en los Centros de Mando y Control de Quito y Guayaquil de la FAE, lo mismos que son quienes están directamente relacionados con el manejo de la información militar clasificada más relevante de la institución.

Instrumentos de recolección de datos

Para el presente trabajo investigativo, los datos fueron recolectados mediante entrevistas y encuestas realizadas al personal militar y civil que laboran en los Centros de Mando y Control

de Quito y Guayaquil de la FAE, con el fin de determinar las falencias en la selección del personal que maneja información militar clasificada de la Institución

POBLACIÓN: Siendo la población el conjunto total de elementos u objetos que poseen características comunes observables en un lugar y en un momento determinado; para el presente estudio, la población, está conformada por el personal de Oficiales, Aerotécnicos, Servidores Públicos y Trabajadores Públicos, pertenecientes a los Centros de Mando y Control de Quito y Guayaquil de la FAE, siendo los datos:

Tabla 1 Población estudiada.

Personal	Frecuencia
Oficiales	23
Aerotécnicos	46
Servidores Públicos	1
Total	70

Fuente: Centros de Mando y Control de Quito y Guayaquil
Elaborado: Autores.

En cuanto a la formulación de la hipótesis, se detalla a continuación:

Hipótesis General:

La realización de pruebas de confianza al personal que labora en áreas críticas de la FAE, minimizaría el riesgo de fuga de información sensible hacia entes externos e internos, incrementando el nivel de confiabilidad y seguridad de este personal en el apoyo a las Operaciones Aéreas.

Operacionalización de Variables:

Variable independiente: Pruebas de confianza

Variable dependiente: Niveles de seguridad.

Decisión estadística:

Para verificar la hipótesis se utilizó la prueba del Chi cuadrado, con el propósito de verificar si las variaciones de la variable independiente, no tienen correspondencia con las variaciones de variable dependiente, a fin de comprobar si existe independencia estadística; en este contexto, se rechazó la hipótesis nula y se aprueba la hipótesis alternativa del presente trabajo de investigación que expresa lo siguiente: "La realización de pruebas de confianza al personal que labora en áreas críticas de la FAE, minimizaría el riesgo de fuga de información sensible hacia entes externos e internos, incrementando el nivel de confiabilidad y seguridad de este personal en el apoyo a las Operaciones Aéreas".

DESARROLLO

Históricamente la Fuerza Aérea Ecuatoriana ha resguardado la información militar clasificada únicamente mediante lo que indica el Manual de Seguridad de Documentos "RT-3-IV", en la actualidad debido al avance de la tecnología, la información ha sido tratada mediante medios físicos y digitales, siendo de ésta última la que menos control se ha tenido debido a los diferentes métodos de ser obtenida, transportada o enviada (dispositivos de comunicación electrónicos, correos electrónicos, imágenes digitales, dispositivos de almacenamiento externo, entre otros), ante éste riesgo no se ha actualizado las políticas o normas a seguir por parte de los miembros de la Fuerza Aérea especialmente en las diferentes áreas sensibles donde se maneja y custodia información militar clasificada, de la misma forma no se ha realizado anteriormente estudios para la implementación de pruebas de confianza que permitan medir el nivel de confiabilidad de todo el personal que accede a información de carácter sensible dentro de la institución.

Ante estos nuevos escenarios en los que se desenvuelven las Fuerzas Armadas, se encuentran inmersos temas relacionados a la seguridad nacional con sus respectivas amenazas y riesgos que han emergido producto de los cambios sociales en el País, lo que no deja exento a la Fuerza Aérea de ser parte de este espectro de amenazas como la delincuencia transnacional y el crimen organizado, el narcotráfico junto a sus delitos conexos, piratería, pesca ilegal no declarada, terrorismo y ciber ataques; riesgos vinculados a la degradación medio ambiental, flujos migratorios ilegales, contaminación del medio marino entre otros., tal como consta el La Política de la Defensa Nacional del 2018.

En este contexto, en las Fuerzas Armadas se ha hecho necesario incrementar las medidas pasivas y activas de seguridad militar, con el fin de poder identificar factores de riesgo que afecten a la imagen institucional y a la seguridad de las operaciones militares.

JUSTIFICACIÓN

La efectividad de las operaciones aéreas, la planificación militar y la seguridad nacional, se sustentan en el correcto manejo de la información militar clasificada por parte de los encargados de la elaboración, manejo y custodia de la misma, de ahí que contar con personal idóneo y calificado en ésta tarea se vuelve un trabajo indispensable para la seguridad del país; situación que en la actualidad no se realiza en su totalidad en la Institución, debido a que actualmente no se cuenta con una normativa legal expedida desde el más alto nivel de la FAE, ya que los equipos y el personal experto para la realización inmediata de pruebas de confianza (Polígrafo y/o Estrés de voz), se cuentan en las diferentes Instituciones del Estado, mientras la Institución realiza la adquisición de equipos propios para el efecto, por lo cual la realización de éstas pruebas en el corto plazo, es totalmente aplicable a nuestra realidad, dependiendo tan sólo de la decisión del mando institucional de normar la obligatoriedad de realizar éstas pruebas al personal que labora en las áreas críticas de la Institución, lo que beneficiará en la maximización de la seguridad de la información militar clasificada y por ende en el cumplimiento de la misión encomendada a las Fuerzas Armadas.

Las acciones del gobierno anterior intentaron afectar la institucionalidad de Fuerzas Armadas, principalmente la disciplina que es el pilar fundamental de toda institución armada, surgiendo brotes de indisciplina e intentando confrontar a la tropa con los oficiales, por lo cual es menester contar con personal bien seleccionado y calificado en las áreas críticas donde se maneja información militar clasificada y que su divulgación no autorizada podría poner en riesgo las operaciones militares y afectar la imagen institucional.

Se ha evidenciado el involucramiento de personal militar activo en delitos de diferente índole,

ante lo cual con la realización de pruebas de confianza, la Dirección de Inteligencia FAE, podrá tener la libertad de realizar éstas pruebas, a cualquier militar o civil de las diferentes Unidades de la Institución, de quienes se tenga sospechas de estar inmiscuido en actividades ilícitas, afín de detectar a personal que éste inmerso en éstas actividades y minimizar la afectación de la imagen institucional.

DISPONIBILIDAD:

Una vez que la Dirección de Inteligencia, se cuente con la normativa legal vigente aprobada por la Comandancia General FAE, en forma inmediata, realizar pruebas de confianza al personal militar y civil que labora en los Centros de Mando y Control de Quito y Guayaquil, con personal y medios facilitados por el Comando de Inteligencia Militar Conjunto, la Armada del Ecuador o el Centro de Inteligencia Estratégico.

En el corto plazo, a través de la Dirección de Inteligencia FAE, realizar la adquisición de equipos para pruebas de confianza y entrenamiento de personal para el manejo de estos, a fin de realizar estas pruebas al personal militar y civil de todas las áreas críticas de la Institución o de quien se considere necesario para preservar la seguridad e imagen institucional.

La custodia y la realización de estas pruebas de confianza, estarán bajo la responsabilidad de la Dirección de Inteligencia FAE, cuyos resultados deberán ser confidenciales para preservar la integridad del personal que fue sometido a estas pruebas.

CALIDAD:

En la propuesta se establece que los equipos con los que cuentan el Comando de Inteligencia Militar Conjunto, Fuerza Naval y el Centro de Inteligencia Estratégico (CIES), son de calidad, así como el personal de polígrafistas, los mismos que cuentan con la capacitación y la experiencia necesaria para realizar este tipo de pruebas ya comprobadas en instituciones públicas como la Fuerza Naval y organismos de Estado.

AMBIENTE:

En lo que corresponde al análisis de este ámbito, podemos manifestar que el factor ambiente no se considera un parámetro determinante en la realización de las pruebas de confianza puesto que se realizaran en ambientes adecuados en las Bases Aéreas o Centros de Mando y Control.

COSTO –BENEFICIO:

La implementación de pruebas de confianza al personal que labora en las áreas sensibles de la Fuerza Aérea, con la utilización de los equipos del Comando de Inteligencia Militar Conjunto, Fuerza Naval o del Centro de Inteligencia Estratégico (CIES), no representarán un costo para la institución debido a la colaboración interinstitucional que se puede realizar en primera instancia, una vez que se adquieran los equipos a través de la Dirección de Inteligencia de la Fuerza Aérea, estos deberán ser programados dentro del presupuesto anual y se operará con polígrafistas propios de la Institución.

SEGUIMIENTO, CONTROL Y EVALUACIÓN:

En este aspecto, el seguimiento y control será realizado mediante la designación de tareas y acciones con responsabilidades en los diferentes niveles así como se evidenciara los resultados a través de informes respectivos en un cronograma de tiempo que iniciaría en Septiembre del

2020 hasta Julio del 2021, las herramientas existentes como ISP`s/DHP`s serán de aplicación física y deberán ser actualizadas de esta forma se constituirá en un punto de partida para los demás procesos finalizando en los informes de resultados de las pruebas de polígrafo y/o estrés de voz, lo que permitirá tener un instrumento técnico que incremente los niveles de seguridad en todo el personal que labora en las áreas sensibles y sobre todo minimizando el riesgo de fuga de información o involucramiento de personal militar en actividades ilícitas, ya que al ser detectado en forma oportuna se pueden tomar acciones administrativas y legales en casos de que sean necesarias.

CONCLUSIONES

El Sistema de Inteligencia FAE, no cuenta con los equipos necesarios ni la normativa legal para la realización de pruebas de confianza, que le permitan efectuar una adecuada selección del personal que labora en las áreas críticas de la Institución, lo que podría generar fuga de información clasificada, o involucramiento de personal militar en actividades ilícitas, poniendo en riesgo la efectividad de las operaciones aéreas, la planificación militar o inclusive la Seguridad Nacional.

En los últimos años se ha evidenciado un incremento de casos de personal militar FAE, involucrado en actividades ilícitas, lo que en algún momento podría generar fuga de información clasificada, que ponga en riesgo la efectividad de las operaciones aéreas o terrestres, además del desprestigio institucional, siendo menester la realización de pruebas de confianza a fin de minimizar éste riesgo.

El personal que labora actualmente en las áreas críticas de la Institución, no han sido sometidos a ningún tipo de pruebas de confianza o investigación de seguridad personal (I.S.P.) que garanticen su idoneidad para trabajar en ésta área, por lo cual no se garantiza que pueda existir algún tipo de fuga de información que ponga en riesgo las operaciones aéreas.

En el resultado de las encuestas e investigación realizada, se pudo determinar que el personal que labora en los Centros de Mando y Control (C.M.C) de Quito y Guayaquil, que son las principales áreas críticas de la Institución, estaría dispuesto a realizarse pruebas de confianza a fin de garantizar su idoneidad para trabajar en éstas áreas.

Luego de la investigación realizada, se pudo determinar que los equipos para realizar las pruebas de confianza (polígrafo y estrés de voz), actualmente los poseen el Comando de Inteligencia Militar Conjunto, la Fuerza Naval y el Centro de Inteligencia Estratégico (CIES), quienes estarían dispuestos a realizar éstas pruebas al personal que requiera la FAE e inclusive el CIES, está presto a facilitar en calidad de préstamo un polígrafo a la Institución, mientras se adquiere uno propio para la realización inmediata de éstas pruebas.

Luego de la investigación realizada, se comprobó la hipótesis planteada: “La realización de pruebas de confianza al personal que labora en áreas críticas de la FAE, minimizaría el riesgo de fuga de información sensible hacia entes externos e internos, incrementando el nivel de confiabilidad y seguridad de este personal en el apoyo a las Operaciones Aéreas”, por lo cual la realización de las pruebas de confianza es totalmente factible.

REFERENCIAS

- A[1]. APLICACIÓN DE LA PRUEBA DEL POLIGRAFO DENTRO DE LA FUERZA NAVAL, DIRECTIVA GENERAL PERMANENTE, COGMARINT-001-2009-R, 03 de febrero del 2009.
- [2]. Manual de Inteligencia Curso Avanzado, Academia de Guerra Aérea, Quito Ecuador, año 2006.
- [3]. Manual Básico de Inteligencia Militar, Dirección de doctrina de la Fuerza Terrestre, MIA-16-01, Quito Ecuador, año 2005.

- [4]. Manual Práctico de Terminología de uso frecuente por el Experto Poligrafista.
- [5]. Política de la Defensa Nacional del Ecuador “Libro Blanco”, Quito Ecuador, año 2018.
- [6]. Manual Breve para Examinadores PDD, IPSC Escuela Poligráfica.
- [7]. LA HISTORIA DE LA DETECCIÓN DE MENTIRAS Y LA EVOLUCIÓN DEL POLÍGRAFO, LATINAMERICAN POLYGRAPH INSTITUTE HISTORIA DE LA POLIGRAFIA CURSO N° 057 – DIURNO ECUADOR INSTRUCTOR: CIRO PAZMIÑO.
- [8]. TECNICAS DE POLIGRAFIA, LATINAMERICAN POLYGRAPH INSTITUTE TECNICAS DE POLIGRAFÍA CURSO N° 057 – DIURNO ECUADOR INSTRUCTOR: MANUEL NOVOA.
- [9]. TÉCNICAS DE POLIGRAFIA VALIDADAS PARA EL 2012., Manuel Novoa Bermúdez. Primary Instructor APA. LATINAMERICAN POLYGRAPH INSTITUTE.
- [10]. Noticias Diario El Universo, <https://www.eluniverso.com/noticias/2018/09/13/nota/6951464/dos-militares-detenido-tras-decomiso-tonelada-droga-basemanta>, Guayaquil, 13 de septiembre 2018.
- [11]. Página Oficial de la Fiscalía General del Estado, BOLETÍN DE PRENSA FGE N° 229-DC-2019 <https://www.fiscalia.gob.ec/6detenidos-y-la-incautacion-de-droga-dinero-y-vehiculos-dejaoperativo-en-guayas-santa-elena-y-manabi/>. Guayaquil, 06 de agosto de 2019.
- [12]. REGLAMENTO PARA LA APLICACIÓN DE LA EVALUACIÓN INTEGRAL DE CONFIANZA A LOS ASPIRANTES, SERVIDORAS Y SERVIDORES DE LA POLICÍA NACIONAL DEL ECUADOR, SERVIDORAS Y SERVIDORES PÚBLICOS, POSTULANTES, Segundo Suplemento del Registro Oficial No.281, 3 de Julio 2014.



RESEÑA HISTÓRICA

Hasta el año 1961, la Fuerza Aérea no tenía institutos de formación profesional, para los oficiales y se sentía esta necesidad de preparar a los oficiales, pero no se materializaban estas ideas en algo efectivo. Así sigue transcurriendo el tiempo, hasta que a mediados de este año, se modificó la ley de personal de las Fuerzas Armadas, en el capítulo que trata sobre los ascensos, en que solamente se requería presentar una tesis de ascenso. Ahora la ley de personal exige que se realicen Cursos de Promoción hasta para el grado Capitán en su ascenso a Mayor.

En vista de estas disposiciones, el Mayor piloto de Aviación Luis Antonio Ortega Jaramillo, comentando estos requerimientos con el Sr. Comandante de la FAE, Gral. de Aviación Víctor H. Suárez Haz, de quien era su ayudante, le solicitó se le releve de las funciones de ayudante, para encontrar la mejor forma de que la Institución pueda cumplir con esta disposición de la ley.

El Comandante General aceptó su propuesta y con un memorando dirigido al Comandante de la Base Aérea, le autorizó a iniciar los pasos necesarios para dar cumplimiento a las nuevas disposiciones de la ley de Personal de las Fuerzas Armadas, en lo que se refiere a ascensos de Oficiales.

El Comandante de la Base Aérea Mariscal Sucre, dispuso, que el edificio donde hoy está el Grupo Base, sea ocupado por el Mayor Ortega.

En este pequeño edificio, se inició la creación de una organización en la que inicialmente se realizaron los primeros cursos de promoción, 61-A, 61-B y 61-C, el último de los cuales terminó a mediados del siguiente año. Estos cursos se realizaron en el local que se lo adecuó para el efecto. Se nombraron por Orden General Ministerial tanto profesores como Alumnos.



Como se requería hacer publicaciones de textos y poligrafía de la materia, el Mayor Ortega consiguió de la Misión Aérea de los Estados Unidos de Norte América, la donación de una máquina de reproducción multilite y se adquirió con fondos propios una máquina Verityper, con las que se inició la imprenta de la futura Academia. Se nombró al Cabo Yépez, operador de la Multilite al Cabo Cisneros en Administración y se contrataron los servicios del Sr. Ángel Carpio C. como operador de la máquina Verityper.

Este primer paso dado por el mando de la Fuerza Aérea en bien de la educación, insignificante al parecer, se convirtió en un paso gigantesco en la preparación profesional de los hombres del aire. Hasta esta fecha, tanto Oficiales como Aerotécnicos, salían al exterior a realizar cursos de perfeccionamiento, aprovechando las pocas becas que se podía cubrir, debido a la falta de dinero por el escaso presupuesto de que se disponía.

Ahora, se han ampliado las oportunidades para todos los miembros de la Fuerza Aérea, al disponer de un centro de educación profesional propio, en el que cada año, un mayor número de personas obtengan una preparación que este a la altura de cualquier otro Instituto similar en el extranjero.

El 1ro. de enero de 1962, pidió la disponibilidad el Comandante General de la FAE Gral. Víctor Suárez H. y fue nombrado en su reemplazo el señor Coronel E.M. Avc. Hernán Valdez Rivadeneira, quien con una amplia comprensión de los problemas educacionales y de la necesidad de contar con un Instituto Superior de Educación, apoyó con todo su empeño el proceso de formación de la Academia de Guerra. Es así como y a solicitud del Mayor Ortega, se obtuvo una amplia y decidida colaboración de la Misión Aérea de los Estados Unidos de N. A. en el Ecuador. Como primer paso, se solicitó un Asesor de Educación y se consiguió el ofrecimiento de que a la brevedad posible se lo haría realidad.

Como estaba por terminarse un edificio en la Base Aérea Mariscal Sucre, que inicialmente iba a ser destinado para Escuela de Especialidades para los Aerotécnicos de la FAE, el señor Comandante General a pedido del Mayor Ortega, decidió destinarlo para la Academia de Guerra. El esfuerzo del creador de este Instituto con la ayuda del Jefe de la Misión Aérea de "EEUU". Alcanzo que con los fondos de ayuda mutua se adquiriera para la Academia, todo el mobiliario que requería el edificio y en poco tiempo llego en aviones de la Misión Aérea todo este equipo, quedando listo el edificio para que funcione la nueva Academia de Guerra Aérea. Para

esta fecha, el Jefe de la Academia Tcrn. Luis Ortega, diseñó y dejó establecido el escudo de la Academia y el lema que es "EL CONOCIMIENTO ES EL PODER".



El señor Comandante General de la FAE, tramitó y alcanzó del señor Presidente de la Republica, un decreto publicado en Registro Oficial, con fecha 27 de Octubre de 1962, por el que se crea la Academia de Guerra Aérea. Como primer Director de este Instituto se nombra al S. Tcrn. Luis Antonio Ortega Jaramillo, creador del mismo quien fuera ascendido en esta misma fecha, a su nuevo grado.

Con motivo de la inauguración de la Academia de Guerra Aérea, su Director el Tcrn., Piloto Luis A. Ortega J., manifestó que la finalidad del nuevo instituto de enseñanza superior era preparar a los Oficiales de la Fuerza Aérea Ecuatoriana para los puestos de mando que les tocará ocupar y que estén aptos para conducir a la Institución hacia un futuro glorioso de progreso. El Coronel Morganthy expresó también, que la calidad de una Fuerza Aérea y su progreso se puede medir por el grado de preparación y educación que la Fuerza proporciona a sus Oficiales y personal de tropa. Ninguna Fuerza Aérea es mejor que el adiestramiento que poseen sus hombres e indicó que el lema de la Universidad del Aire de los EEUU. Era: "era: "El vuelo del hombre por la vida depende del poder de su saber", y auguró el mejor de los triunfos para este nuevo instituto de educación.

... CONTINUARÁ

DIRECTORES AGA

1962 - 1982



CRNL. LUIS ORTEGA
OCT. 1962 - ENE. 1966



TCRN. JULIO RECALDE
ENE. 1966 - MAY. 1966



TCRN. TEODORO MALO
MAY. 1966 - JUL. 1966



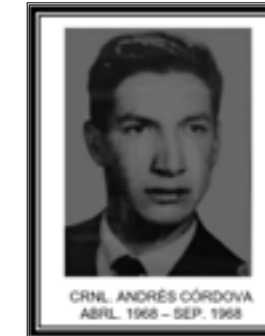
TCRN. IGNACIO TERÁN
JUL. 1966 - JUL. 1967



GRAL. RAFAEL ANDRADE
JUL. 1967 - NOV. 1967



CRNL. JORGE PEÑA
NOV. 1967 - ABRIL. 1968



CRNL. ANDRÉS CÓRDOVA
ABRIL. 1968 - SEP. 1968



CRNL. RAFAEL GOETSCHEL
NOV. 1970 - ENER. 1971



CRNL. CARLOS BANDERAS
ENER. 1971 - JUN. 1972



CRNL. JAIME PAZMIÑO
JUN. 1972 - JUL. 1974



CRNL. FRANK VARGAS
JUL. 1974 - SEP. 1977



CRNL. FAUSTO SEVILLA
SEP. 1977 - OCT. 1977



CRNL. GALO PAZMIÑO
OCT. 1977 - AGO. 1979



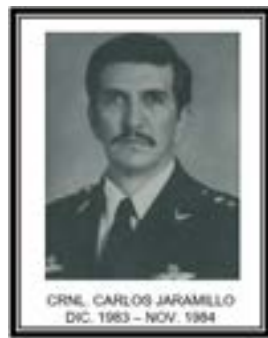
CRNL. ANGEL FLORES
DIC. 1979 - JUL. 1981



CRNL. MARCELO SALVADOR
JUL. 1981 - DIC. 1982



CRNL. GALO CORONEL
DIC. 1982 - DIC. 1983



CRNL CARLOS JARAMILLO
DIC. 1983 - NOV. 1984



CRNL HÉCTOR HEREDIA
NOV. 1984 - ABRIL 1988



CRNL GALO BUSTOS
ABRIL 1988 - SEP. 1987



CRNL GUILLERMO CHIRBOGA
SEP. 1987 - AGO. 1988



CRNL RICARDO RIGROYEN
AGO. 1988 - DIC. 1989



CRNL HERNÁN QUIROZ
DIC. 1989 - ABR. 1991



CRNL OSWALDO DOMÍNGUEZ
NOV. 1991 - ABRIL 1992



CRNL GUILLERMO ARGUELLO
MAY. 1992 - NOV. 1992



CRNL EDMUNDO ACOSTA
NOV. 1992 - MAR. 1993



CRNL JORGE NOE
ABRIL 1993 - AGO. 1994



CRNL GUILLERMO ARGUELLO
AGO. 1994 - FEB. 1996



CRNL ANGEL CORDOVA
FEB. 1996 - MAY. 1996



CRNL HUMBERTO ANDRADE
MAY. 1996 - ABRIL 1999



CRNL ERNESTO GUERRERO
ABRIL 1999 - OCT. 2000



CRNL LEONARDO BARRERO
OCT. 2000 - ENE. 2003



CRNL MARCELO IGLESIAS
FEB. 2003 - MAY. 05



CRNL CESAR MERIZALDE
ABR. 2005 - JUL. 2006



CRNL MARCO MADERA S.
AGO. 2006 - MAR. 2008



CRNL PATRICIO MORA
MARZO. 2008 - FEB. 2010



CRNL JORGE ESTRELLA
FEB. 2010 - OCT. 2011



CRNL HUGO LANAS V.
OCT. 2011 - OCT. 2013



BRIG. EDUARDO CÁRDENAS
SEP. 2013 - ABR. 2014



TCRN ROLANDO SAENZ
ABR. 2014 - NOV. 2014



CRNL MAURICIO SALAZAR
ENE. 2015 - ENE. 2016



CRNL WILFRIDO MOYA
ABR. 2016 - MAR. 2017



CRNL ROBERTO MARCHAN
MAR. 2017 - JUN. 2018



CRNL EDISON FUGA
DIC. 2018 - JUL. 2019



CRNL LUIS FIERRO
SEP. 2019 - JUL. 2021



TCRN FABIAN SALAZAR
JUL. 2021

50 Años

ANIVERSARIO AGA



AGA
DIGITAL

"El conocimiento es el poder"

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS

2021