



Estudio para la implementación de análisis
monitoreo de datos de vuelo de las aeronaves para
la prevención de accidentes en la Fuerza Aérea
Colombiana

José Luis Castiblanco Segura
Juan Carlos Gómez Dávila

Trabajo de grado para optar al título profesional:
Curso de Estado Mayor (CEM)

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”
Bogotá D.C., Colombia

FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA
ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA



TRABAJO DE FUERZA

**ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE ANÁLISIS / MONITOREO DE DATOS
DE VUELO DE LAS AERONAVES PARA LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN LA
FUERZA AÉREA COLOMBIANA.**

MY VIP FAC Castiblanco Segura José Luis

MY VDA FAC Gómez Dávila Juan Carlos

Curso CEM-09

Bogotá DC.

26 de Octubre de 2009

Este trabajo de investigación esta dedicado en primera instancia a Dios y a todos aquellos miembros de la Fuerza Aérea que han ofrecido sus vidas en el cumplimiento de la misión, cualquiera que fuera, y que de una u otra forma nos ha llevado rectificar nuestra forma de actuar. También para todos los hombres y mujeres que han dedicado su tiempo o parte de él trabajando en beneficio de la Seguridad Aérea, un trabajo que sólo se siente en su ausencia.

Para la Fuerza Aérea Colombiana, con el deseo que encuentre en esta investigación una oportunidad de mejoramiento continuo hacia el cumplimiento de la misión con el mejor equipo humano y material.

Para mis preciosas hijas, que son el motor de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento:

A nuestras asesoras Lorena Pardo y Adriana Pieschacón por su abnegado trabajo, colaboración, apoyo y direccionamiento en la estructuración metodológica del presente trabajo, y que hicieron posible realizarlo en todas y cada una de sus fases.

Así mismo al Sr Mayor Alvaro Romero por el aporte de sus conocimientos y experiencia en el área de seguridad aérea como asesor temático.

A todas las demás personas que nos colaboraron en la realización del presente trabajo de investigación que servirá como herramienta para la Fuerza Aérea, la cual día a día busca mejorar su estructura en seguridad aérea.

CONTENIDO

| | Pág. |
|--|------|
| GLOSARIO | 7 |
| RESUMEN | 9 |
| INTRODUCCIÓN | 10 |
| 1. JUSTIFICACIÓN | 13 |
| 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 17 |
| 2.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | 18 |
| 2.2. OBJETIVO GENERAL | 18 |
| 2.3. OBJETIVOS ESPECIFICOS | 18 |
| 3. MARCO HISTÓRICO | 19 |
| 3.1. EL FLIGHT DATA RECORDER | 19 |
| 3.2. EL PROGRAMA DE MONITOREO DE DATOS DE VUELO FDM / FOQA | 21 |
| 3.3. LA ACCIDENTALIDAD MUNDIAL Y EN LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA. | 22 |
| 4. MARCO TEÓRICO | 29 |
| 4.1. OBJETIVOS DE UN PROGRAMA DE MONITOREO DE DATOS DE VUELO | 32 |
| 4.2. FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE DATOS DE VUELO | 34 |
| 4.3. ANÁLISIS DE CASO | 38 |
| 4.3.1. AEROREPÚBLICA | 39 |
| 4.3.1.1. APROXIMACIONES DESESTABILIZADAS | 39 |
| 4.3.1.2. EXCESIVA VELOCIDAD DE LAS LLANTAS DURANTE LA ROTACIÓN. | 39 |
| 4.3.1.3. OPERACIÓN INDEBIDA DE LOS FLAPS Y ATERRIZAJES FUERTES | 40 |
| 4.3.2. PROYECTO DE INTEGRACIÓN DEL MERLIN | 40 |
| 4.3.3. MILITARY F.O.Q.A | 41 |
| 4.3.4. C – FOQA. PROGRAMA FOQA PARA AVIONES EJECUTIVOS | 43 |
| 4.4. LA SITUACIÓN DE LAS AERONAVES DE LA FUERZA AÉREA PARA UN PROGRAMA DE MONITOREO DE DATOS DE VUELO | 44 |

| | | |
|---------|---|----|
| 4.5. | IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA FDA / FOQA | 47 |
| 4.5.1. | FASE DE PREPARACIÓN | 48 |
| 4.5.2. | FASE DE IMPLEMENTACIÓN | 48 |
| 4.5.3. | EQUIPO NECESARIO PARA UN PROGRAMA FDA-FOQA | 49 |
| 4.5.4. | EL PROGRAMA FDA-FOQA Y LOS COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN | 50 |
| 4.6. | EL SMS INTEGRADO CON EL FDA-FOQA | 53 |
| 4.7. | GIS SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOREFERENCIADA Y EL FDA-FOQA | 54 |
| 5. | MARCO INSTITUCIONAL | 56 |
| 5.1. | EL PLAN ESTRATÉGICO SEGURIDAD AEREA (PESA) | 57 |
| 5.2. | PREVENCIÓN DE ACCIDENTES (PREVAC) | 63 |
| 5.2.1. | SEGURIDAD EN OPERACIONES DE VUELO | 63 |
| 5.2.2. | BASH | 64 |
| 5.2.3. | PREVENCIÓN M.A.C.A./ U.A.V.S | 64 |
| 5.2.4. | PREVENCIÓN ACCIDENTES EN RAMPA | 64 |
| 5.2.5. | PREVENCIÓN INCURSIONES EN PISTA | 64 |
| 5.2.6. | PREVENCIÓN MERCANCIAS PELIGROSAS | 64 |
| 5.2.7. | CONTROL Y CALIDAD EN MANTENIMIENTO | 64 |
| 5.2.8. | CONTROL Y CALIDAD EN ABSTECIMIENTOS | 64 |
| 5.2.9. | PREVENCIÓN POR F.O.D | 65 |
| 5.2.10. | SEGURIDAD EN ARMAMENTO AÉREO | 65 |
| 5.2.11. | SEGURIDAD EN ENTRENAMIENTO DE VUELO | 65 |
| 5.2.12. | PREVENCIÓN DE ACCIDENTES POR C.F.I.T/A.L.A.R C.R.M/M.R.M | 65 |
| 5.2.13. | REPORTES DE RIESGO OPERACIONAL (I.R.O) | 65 |
| 5.2.14. | PROGRAMA PREMIOS E INCENTIVOS | 66 |
| 5.2.15. | PREVENCIÓN POR FACTORES HUMANOS | 66 |
| 5.3. | RESUMEN DE ANÁLISIS DE PÉRDIDAS FAC 2003-2008 Y PROYECCIONES FUTURAS | 67 |

| | | |
|--------|--|----|
| 5.4. | SISTEMA DE GESTIÓN DE INFORMACIÓN DE SEGURIDAD DE LA FUERZA AEREA COLOMBIANA (SIGSA) Y EL PROGRAMA FDA / FDM / FOQA. | 69 |
| 6. | MARCO LEGAL | 72 |
| 6.1. | REGLAMENTACIÓN SOBRE FLIGHT DATA RECORDER | 73 |
| 6.1.1. | OACI. ORGANIZACIÓN DE LA AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL | 73 |
| 6.1.2. | REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO R.A.C. | 74 |
| 6.2. | REGLAMENTACIÓN SOBRE PROGRAMA FDA/FDM/FOQA | 74 |
| 6.2.1. | OACI | 74 |
| 6.2.2. | ASOCIACIÓN EUROPEA DE SEGURIDAD AEREA (EASA) EN EUROPA | 75 |
| 6.2.3. | ADMINISTRACIÓN FEDERAL DE AVIACIÓN (FAA) EN ESTADOS UNIDOS | 75 |
| 6.2.4. | SECRETARÍA DE DEFENSA DEL DEPARTAMENTO DE DEFENSA DE ESTADOS UNIDOS | 75 |
| 6.3. | PROTECCIÓN LEGAL DE LOS DATOS DE VUELO DE UN PROGRAMA FDA-FOQA | 76 |
| 7. | MATERIAL Y MÉTODOS | 78 |
| 8. | CONCLUSIONES | 85 |
| 8.1 | RECOMENDACIONES | 88 |
| | BIBLIOGRAFIA | 90 |

LISTA DE FIGURAS

| | Pág. |
|---|------|
| Figura 1 Flight Data Recorder FDR. | 20 |
| Figura 2 Fatalidades Por Categorías De Accidentes A Nivel Mundial Realizado Por La Boeing Entre 1959-1999 | 23 |
| Figura 3 Accidentalidad y Fatalidad por fase de vuelo a nivel mundial | 24 |
| Figura 4 Comparativo Accidentalidad FAC Vs. Aviación Mundial Por Fase De Vuelo | 25 |
| Figura 5 Accidentes Por Fase De Vuelo | 26 |
| Figura 6 Accidentes Por Causa Primaria. | 27 |
| Figura 7 Diagrama de Funcionamiento de un Programa FDA / FDM o FOQA. | 35 |
| Figura 8 Síntesis el programa FDA-FOQA | 36 |
| Figura 9 Vista de un Análisis de Datos de Vuelo de una Aeronave de Combate. | 38 |
| Figura 10 Diagrama Aproximaciones Desestabilizadas AeroRepública. | 40 |
| Figura 11 Disminución de accidentes con la implementación de Programas de Seguridad | 42 |
| Figura 12 La trayectoria de Vuelo de una Aeronave en un GIS | 54 |
| Figura 13 Flujo-grama en Procesos de Seguridad Aérea. | 58 |
| Figura 14 Proyección para los años 2009-2010 | 63 |

LISTA DE TABLAS

| | | Pag. |
|---------|--|------|
| Tabla 1 | Aeronaves FAC con FDR | 45 |
| Tabla 2 | Evolución de la recolección de datos | 46 |
| Tabla 3 | Costo total de un programa FDA-FOQA por tamaño De flota | 51 |
| Tabla 4 | Ahorro de un programa FDA-FOQA | 51 |
| Tabla 5 | Ahorro neto en un año | 52 |
| Tabla 6 | Proyecciones de seguridad 2009-2010 | 68 |
| Tabla 7 | Documentos consultados por fase del trabajo | 78 |
| Tabla 8 | Entidades consultadas y marco de referencia afectado | 83 |

GLOSARIO

1. EXCEDENCIA: Es un evento o factor de riesgo encontrado por el software o analista del programa, la cual debe ser comparada para tomar las acciones pertinentes.
2. FDA : Flight Data Analysis – Análisis de los Datos de Vuelo. Con este nombre se conoce el programa en la región de Europa. Es la utilización proactiva de los datos de vuelo para mejorar la seguridad y la eficiencia operacional¹.
3. FDM : Flight Data monitoring – Monitoreo de los Datos de Vuelo. Es el uso proactivo y no punitivo de los datos de vuelo en operaciones rutinarias para mejorar la seguridad de vuelo².
4. FDR: Flight Data Recorder – Grabadora de Datos de Vuelo. Es un dispositivo colocado a las aeronaves que se utiliza para grabar los datos de vuelo desde las últimas 25 horas. Los mínimos parámetros de grabación están regulados por la OACI, pero existen FDR que pueden grabar más datos de los requeridos³.
5. FOQA : Flight Operational Quality Assurance – Aseguramiento de la Calidad en Operaciones de Vuelo. Este es el nombre dado al programa en Estados Unidos y Canada, y por la FAA. Es la recolección y análisis de datos de vuelo para mejorar la seguridad y las operaciones de vuelo, el control de tráfico aéreo, y el diseño de aeropuertos y aeronaves así como en el mantenimiento de las mismas⁴.
6. IATA : International Aviation Transport Association (Asociación Internacional de la Aviación de Transporte)

¹ International Aviation Transport Association IATA (2008). “ Flight Data Analysis Service” {En Línea}, Disponible en:http://www.iata.org/ps/intelligence_statistics/fda.htm (Citado el 15 de Abril de 2009).

² Flight Data Monitoring. FDM. JAR-OPS 1.037 Accident prevention and flight safety programme. Joint Aviation Regulation. JAA. {En Línea}, Disponible en: [http://www.jaa.nl/secured/Operations/Public%20Documents/NPA-OPS%20\(adopted\)/NPA-OPS%2035%20FDM.pdf](http://www.jaa.nl/secured/Operations/Public%20Documents/NPA-OPS%20(adopted)/NPA-OPS%2035%20FDM.pdf). (Citado el 15 de Septiembre de 2009).

³ National Transportation Safety Board. NTSB. “Cockpit Voice Recorders CVR and Flight Data Recorders FDR” {En Línea}, Disponible en: http://www.nts.gov/aviation/CVR_FDR.htm (Citado el 16 de Septiembre de 2009).

⁴ flight operational quality assurance (FOQA). Flight Safety Foundation. FSF. {En Línea}, Disponible en: <http://www.flightsafety.org/foqa.html>. (Citado el 15 de Septiembre de 2009).

7. IOSA : IATA Operational Estándar Safety Auditory – Auditoría de Seguridad Operacional de la IATA.
8. MOQA: Maintenance Operational Quality Assurance – Aseguramiento de la Calidad en Operaciones de Mantenimiento. Término utilizado por el personal de mantenimiento, quien se encarga de descargar la información de los FDR para identificar problemas de mantenimiento, pero no tiene implicaciones en seguridad de vuelo.
9. OACI : Organización de la Aviación Civil Internacional (ICAO en inglés)
10. OFDM: Operational Flight Data Monitoring – Monitoreo Operacional de los Datos de Vuelo. Otro término utilizado que significa lo mismo, utilizado más comunmente en Europa Oriental.
11. PMCIA CARD: Tarjeta que va introducida en un QAR y que con la cual se descargan los datos de vuelo grabados en el QAR a un computador con el software especializado para el análisis de los datos.
12. QAR : Quick Access Recorder – Grabador de Acceso Rápido. Este es un dispositivo que se conecta directamente al FDR para recolectar y recuperar los datos de vuelo. El beneficio de éste dispositivo es que evita bajar el FDR de la aeronave lo cual podría degradar su funcionamiento y ocasiona demoras por su acceso difícil en las aeronaves. Un QAR evita que se tenga que acceder al FDR y la información se puede descargar rápidamente por medio de una tarjeta PMCIA CARD⁵. (Tarjeta que va introducida en un QAR y que con la cual se descargan los datos de vuelo grabados en el QAR a un computador con el software especializado para el análisis de los datos)⁶.
13. SMS : Safety Management System – Sistema de Administración /manejo de Seguridad.

⁵ PMCIA: Portable Computer Memory Card International Association – Tarjetas de Memoria Estándar Internacional Portables para Computadores.

⁶ QAR. Aerosafety World (2007).Flight Ops. Pagina 11. Flight Safety Foundation. FSF. {En Línea}, Disponible en: https://www.flightsafety.org/asw/aug07/asw_aug07.pdf. (Citado el 15 de Septiembre de 2009).

“The true value of safety is often only appreciated in its absence”

RESUMEN

El propósito de este estudio es mostrar los beneficios de la implementación de un programa de análisis y monitoreo de los datos de vuelo de los dispositivos Flight Data Recorder (FDR) de las aeronaves de la Fuerza Aérea Colombiana para la prevención de accidentes e incidentes aéreos.

Debido a que este concepto no es muy conocido en la Fuerza Aérea Colombiana, fue necesario empezar por describir en que consiste un programa de monitoreo y análisis de los datos de vuelo de las aeronaves, haciendo un análisis comparativo de los diversos documentos de agencias estatales, organizaciones y asociaciones aeronáuticas reconocidas mundialmente. El alcance de esta investigación llega hasta la descripción del cómo funciona el programa y sus bondades en el mejoramiento de la seguridad de vuelo. También se realizó un análisis de la gestión de seguridad aérea de la Fuerza Aérea y los campos de acción en donde podría impactar el presente programa.

Finalmente, se hace necesario resaltar que con la implementación de un programa de análisis / monitoreo de datos de vuelo, se estaría cumpliendo con el objetivo número uno de la FAC, que es el de *“FORTALECER LA CAPACIDAD OPERACIONAL PARA EJERCER Y MANTENER EL DOMINIO DEL ESPACIO AEREO, DISUADIR LA AMENAZA Y DERROTAR AL ENEMIGO”*, con el cual está alienado el Plan Estratégico de Seguridad Aérea (P.E.S.A) que tiene como objetivo específico de la seguridad aérea *“PRESERVAR VALIOSOS RECURSOS”* a través de la capacidad de análisis, los procesos claves y en los proyectos e iniciativas estratégicas, y este programa proporciona las herramientas tecnológicas para aumentar el logro de este objetivo institucional.

Palabras Clave: prevención accidentes, monitoreo y análisis datos de vuelo, información objetiva, beneficios de implementación, objetivo institucional FAC.

INTRODUCCIÓN

Este estudio pretende introducir un nuevo concepto de seguridad aérea para la aviación militar de la Fuerza Aérea Colombiana, y es la utilización proactiva de los datos de vuelo registrados en los dispositivos FDR (Flight Data Recorder) de las aeronaves en prevención de accidentes e incidentes aéreos, en un programa que se conoce como “*Análisis / Monitoreo de los Datos de Vuelo*” (FDA – FDM) ó “*Aseguramiento de la Calidad en Operaciones de Vuelo*” (FOQA), y que ha venido tomando cada vez más fuerza en las empresas civiles de aviación y más recientemente en las Fuerzas Armadas de diferentes Estados.

Debido a que en Colombia y más específicamente en la Fuerza Aérea Colombiana todavía el concepto de analizar los datos de vuelo para prevención de accidentes es relativamente nuevo, se ha optado por hacer una investigación para establecer en el mundo como se dio inicio a este programa, cuales eran sus objetivos, cuales eran las razones para el mismo y como se enmarcó dentro de la prevención de accidentes como una forma proactiva de evitarlos. Y por otro lado, cómo se podría utilizar este programa para las operaciones de vuelo, el mantenimiento y confiabilidad de aeronaves y el entrenamiento de las tripulaciones.

Es así como en el Marco Histórico se describen los inicios del programa en otros Estados, empezando por los dispositivos Flight Data Recorder FDR como punto de partida para el análisis /monitoreo de los datos de vuelo. Así mismo, se hará un breve análisis de la accidentalidad mundial y en la Fuerza Aérea y de los impactos que ha tenido en cuanto a pérdida de vidas, de equipos y costos en general.

En el Marco Teórico de la presente investigación se describe el funcionamiento de un programa de análisis y monitoreo de los datos de vuelo tomados del dispositivo FDR de una aeronave, incluyendo los dispositivos usados para tal fin hasta la descarga de los datos en el servidor. También se menciona cómo se procesa la información y los beneficios que

se pueden obtener, así como las posibles áreas de mejoramiento, principalmente, en la prevención de accidentes, operaciones de vuelo, entrenamiento y mantenimiento.

Posteriormente, se toman cuatro casos donde se ha implementado el programa de análisis / monitoreo de los datos de vuelo de las aeronaves y los beneficios e impactos que ha tenido en cada uno de estos ejemplos en particular.

Seguidamente se hará una revisión de las aeronaves de la FAC y cuantas de éstas tienen instalado el FDR para plantear un posible inicio del programa con estas aeronaves y finalmente se describirá cuales son los principales pasos para la planificación e implantación de un programa de monitoreo de datos de vuelo, así como algunos comentarios sobre los costos de adquisición, y como se integra con el Sistema de Manejo de Seguridad SMS y el Sistema de Información Georeferenciada GIS.

El Marco Institucional de este trabajo de investigación, se enfocó sobre la organización de la Fuerza Aérea Colombiana para la prevención e investigación de accidentes, y, posteriormente, se describen los programas PESA y PREVAC, los cuales son los pilares de la institución para la prevención de accidentes. Así mismo, se discutirán las debilidades de estos programas en comparación con la proyección de accidentalidad de la FAC, y cómo con el análisis y monitoreo de los datos de vuelo de las aeronaves se puede mejorar para aumentar la seguridad de vuelo.

En el Marco Legal se abordó, inicialmente, las regulaciones existentes sobre los dispositivos Flight Data Recorder FDR tanto internacionalmente como en Colombia y en la Fuerza Aérea Colombiana. Posteriormente, se trató algunas regulaciones tanto internacionales como nacionales sobre la utilización de un programa de análisis / monitoreo de datos de vuelo, aclarando que en la mayoría de los casos no son obligatorias. Así mismo, se analizan los problemas legales por los cuales algunas empresas comerciales se han demorado en implementar el programa y se tratarán algunas recomendaciones para la Jefatura Jurídica de la FAC.

En el capítulo de Material y Métodos se referirán los eventos importantes en la realización de la presente investigación así como los problemas encontrados, y la forma en que se solucionaron. Este capítulo está comprendido de cinco fases, en donde se analiza la información recolectada, la cual se filtró varias veces para escoger las fuentes de mayor relevancia en el tema de la presente investigación.

Finalmente, se sintetizaron las conclusiones más relevantes relacionadas con el objeto de estudio de la presente investigación y, por último, se propondrán una serie de recomendaciones relacionadas con la implementación de un programa de análisis y monitoreo de datos en las aeronaves de la FAC.

1. JUSTIFICACIÓN

En las últimas décadas las compañías constructoras de aeronaves tanto civiles como militares han empleado gran cantidad de sus esfuerzos a la investigación con el fin de optimizar los recursos, la tecnología y el desempeño de sus aeronaves para que sean más competentes al mercado. Cada vez más, los avances en la tecnología permiten tener al alcance muchas opciones e información que antes era imposible y que ahora con sólo presionar un botón en el computador es fácilmente asequible de acuerdo con las necesidades del interesado.

Este avance en la tecnología ha permitido, igualmente, a los operadores de aeronaves disponer de la información suficiente para analizar los datos de vuelo y crear programas de seguridad en prevención de accidentes por medio de la medición y análisis de estos datos. Actualmente, la tendencia mundial apunta hacia nuevos modelos de seguridad operacional, y como parte integral de esta seguridad se encuentran los programas de análisis o monitoreo de los datos de vuelo como parte fundamental del sistema para la prevención de accidentes.

Continuando con el planteamiento anterior, y con la certeza de que el uso del espacio aéreo es cada vez mayor en el mundo por la creciente tasa de vuelos, se esperaría que proporcionalmente aumentaran los accidentes, como consecuencia de un mayor número de aeronaves volando más que en el pasado (*En el año 2000 se transportaron 1.09 billones de pasajeros, hubo 18 millones de vuelos y 20 accidentes fatales. El aumento de tráfico aéreo crece de un 5 a 6% cada año*⁷). Y aunque se han hecho impresionantes avances en la tecnología, en factores humanos y en procedimientos tendientes a mejorar la seguridad de vuelo, y, la optimización de los recursos logrando disminuir la tasa de accidentalidad, si no se hace nada nuevo los accidentes aumentarán.

⁷ Scott Carson (2007). ICAO-McGill "Aviation Safety, Security & The Environment" Conference *Montreal, Canada*. {En Línea}, Disponible en: http://www.boeing.com/commercial/environment/pdf/Carson_McGill091607.pdf (Citado el 15 de Agosto de 2009).

Aunque la iniciativa de esta clase de programas se inició en la aviación comercial, actualmente, las Fuerzas Armadas de diferentes Estados están encontrando un gran potencial de capacidad operacional por los beneficios adicionales al fortalecimiento de la seguridad de vuelo de forma preventiva.

Institucionalmente, para la FAC significaría un gran avance en la prevención de accidentes e incidentes, ya que se contará con una herramienta capaz de parametrizar, medir, identificar riesgos y/o eventos que podrían ser una causa potencial de accidente o incidente. Así mismo, ésta herramienta se podrá usar para mejorar programas de entrenamiento, operaciones de vuelo, mantenimiento y confiabilidad.

Los resultados que se esperan con la implementación de esta herramienta son principalmente, una reducción en el número de accidentes e incidentes de vuelo, lograr una base de datos confiable (estadística) de los eventos, situaciones o riesgos latentes, y, así mismo, optimizar los recursos y mejorar la calidad de las operaciones de vuelo. Todo esto se centralizará con dependencia del Departamento de Seguridad de la FAC.

Las implicaciones prácticas serán el uso óptimo y bien direccionado de este programa que permitirá un análisis detallado de los eventos de vuelo de las aeronaves de la FAC, logrando identificar patrones o tendencias tanto de las tripulaciones como de las aeronaves mismas, y que pudieran ser la causa de un accidente o incidente de vuelo, para que se introduzcan los cambios necesarios y evitar la continuidad de la tendencia o reducir el riesgo identificado.

Por otra parte, los usuarios directos e indirectos de este programa son la Jefatura de Estado Mayor Aéreo de la FAC, de donde depende el Departamento de Seguridad Aérea de la FAC, la inspección General de la Fuerza Aérea, de donde depende el Departamento de Investigación de Accidentes de la FAC, la Jefatura de Operaciones Logísticas, de donde depende el mantenimiento y confiabilidad, la Jefatura de Operaciones Aéreas, la Jefatura de

Educación Aeronáutica para entrenamiento de vuelo, los pilotos y técnicos de vuelo y mantenimiento.

Se espera que el impacto teórico de la presente investigación sea un cambio en la cultura de seguridad que va implícito con la calidad, autocontrol y reportes no punitivos. De igual forma, se pretende concientizar acerca del concepto de análisis / monitoreo de los datos de vuelo de una aeronave para prevención de accidentes. Solamente con la reciente adquisición de algunas aeronaves con tecnología moderna, se ha visto que traen paquetes de mantenimiento que ofrecen algún tipo de descarga de datos para efectos de monitoreo de motores para mantenimiento y confiabilidad.

El aporte principal de este estudio no es sólo dar a conocer esta herramienta y sus capacidades para prevención de accidentes, es decir, aumentar la seguridad de vuelo. Sino también, proporcionar elementos de medición y control para el proceso de entrenamiento y capacitación, para operaciones de vuelo, y mantenimiento.

El programa de análisis / monitoreo de los datos de vuelo de las aeronaves aumentará el conocimiento de la Fuerza sobre sí misma porque se podrán conocer exactamente muchos parámetros que actualmente son muy difíciles de medir y que pueden ser utilizados por varias dependencias.

Este estudio es de carácter documental monográfico, ya que consiste en el análisis de información sobre el monitoreo de los datos de vuelo de las aeronaves desde el dispositivo FDR, para efectos de aumentar la seguridad de vuelo.

Básicamente, la investigación se ha efectuado en búsqueda sobre el tema a través de Internet e investigación personal en una empresa comercial que opera en Colombia. Debido a que en la Aeronáutica Civil Colombiana y en la Fuerza Aérea Colombiana no hay información suficiente al respecto, fue necesario acudir a la herramienta de Internet para poder acceder a sitios como la Administración Federal de Aviación en Estados Unidos

(FAA), la Fundación de Seguridad de Vuelo (FSF), la Autoridad de Aviación Civil de Inglaterra (CAA), y la Oficina Nacional de Seguridad de Transporte (NTSB), entre otros.

La implementación de un programa de monitoreo de datos de vuelo a las aeronaves de la Fuerza Aérea, proveerá al programa de prevención de accidentes de datos reales, actuales y objetivos y no de información supuesta o que no se puede medir, al mismo tiempo que influenciará en la cultura de la Fuerza Aérea, es decir en el factor humano.

En definitiva, la más importante justificación del programa de análisis / monitoreo de datos de los FDR es el aumento de la seguridad de vuelo que garantice que las tripulaciones y aeronaves estarán más tiempo disponibles y con mayor confiabilidad para cumplir las operaciones asignadas. Existen otras justificaciones que son importantes que se tratarán a lo largo de este trabajo, pero finalmente todas se traducen en aeronaves y tripulaciones más seguras y confiables para cumplir una misión que bajo ciertas circunstancias podría tener efectos incalculables para la Fuerza y para el Estado Colombiano.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad las aeronaves en general, tienen un alto desarrollo tecnológico que permiten a las Fuerzas Aéreas del mundo ejecutar operaciones que antes eran imposibles. Este desarrollo tecnológico tiene un fuerte componente económico que es necesario preservar para emplear esta tecnología en las operaciones aéreas, ya que perder una o varias aeronaves en la guerra se podría aceptar como parte del costo de la misma, pero perder aeronaves y tripulaciones por fuera de las operaciones es un precio muy alto que es necesario disminuir al máximo, y así preservar las vidas valiosas de personal altamente capacitado y el equipo aeronáutico, igualmente valioso.

Con la modernización de la Fuerza Aérea, sus aeronaves tienen mayor capacidad debido a los adelantos tecnológicos, pero la prevención de accidentes no tiene una forma técnica medible, confiable y continua que le permita descubrir tendencias o patrones de riesgo, que, de no ser corregidos, pueden conducir a un incidente o accidente.

En otras palabras, actualmente la Fuerza Aérea en sus planes de prevención de accidentes adelanta campañas y programas en éste sentido, pero, las fuentes de información son subjetivas y externas. Las subjetivas son los Informes de Riesgo Operacional (IRO) y reportes o avisos que pueden ser escritos u orales, y los datos presentados no son exactos ni precisos. Las externas son todas aquellas fuentes de información de organizaciones aeronáuticas, empresas constructoras, y consultas de Internet, entre otras.

Finalmente, cuando ocurre el evento se implementan las recomendaciones que pudieron haberse tomado antes de que ocurriera si se hubieran tenido los medios tecnológicos para hacerlo.

2.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿De qué manera el análisis y monitoreo periódico y especializado de los datos de vuelo de las aeronaves permiten la prevención de accidentes e incidentes de vuelo en la FAC y favorecen el adecuado desempeño de las operaciones aéreas?

2.2. OBJETIVO GENERAL

Demostrar las capacidades y alcance de un programa de análisis / monitoreo de datos de vuelo para la prevención de accidentes e incidentes aéreos en la Fuerza Aérea Colombiana.

2.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Plantear la necesidad de un programa de análisis / monitoreo de datos de vuelo a través del uso de herramientas derivadas de los dispositivos FDR (Flight Data Recorder) o similares para la prevención de accidentes en la Fuerza Aérea Colombiana.
- Determinar los resultados y beneficios del análisis de los datos de un programa FDA / FOQA.
- Hacer recomendaciones para la implementación de análisis / monitoreo de los datos de vuelo de las aeronaves.
- Hacer recomendaciones en cuanto a la implementación del programa FDA / FOQA para la prevención de accidentes aéreos en la FAC.

3. MARCO HISTÓRICO

En el presente marco histórico se describe cómo a partir de la instalación de los Flight Data Recorder se empezó el programa de monitoreo de datos de vuelo. Así mismo, se mencionan estadísticas de accidentalidad mundial y de la FAC, específicamente, del tipo CFIT – ALA, y de cómo continúa la preocupación por la reducción de accidentes a través de varios programas tales como el monitoreo de datos de vuelo de las aeronaves.

3.1. EL FLIGHT DATA RECORDER

La historia del FDR se remonta a la Segunda Guerra Mundial, y luego pasa hacia Australia donde un grupo de científicos hicieron grandes avances. A continuación se presenta un breve resumen y descripción de este dispositivo.

Durante la Segunda Guerra Mundial el NACA⁸ V-g Recorder⁹ fue introducido en las aeronaves de transporte, bomberos y de combate para valorar las cargas operacionales que se encontraban en los diseños de las aeronaves. Estos instrumentos grababan los picos de aceleraciones y la velocidad a la cual ocurrieron estos eventos en vuelo¹⁰.

En Australia, el Dr David Warren estuvo acertado acerca de la importancia de la grabación de los datos para propósitos de investigación de accidentes y él y su grupo en ARL fueron los pioneros en el desarrollo de un aparato combinado de grabación de voz y datos¹¹.

De acuerdo con la National Transportation Safety Board (NTSB – Oficina Nacional de Seguridad de Transporte), los dispositivos FDR son utilizados para grabar

⁸ NACA: National Advisory Committee for Aeronautics – Comité Nacional de Consejería para Aeronáutica.

⁹ V-g Recorder: Un dispositivo sin protección contra accidentes que grababa la velocidad indicada (V) y el factor de carga (g).

¹⁰ Campbell, Neil. “The Evolution of Flight Data Analysis”. {En Línea}. Disponible en: http://asasi.org/papers/2007/The_Evolution_of_Flight_Data_Analysis_Neil_Campbell.pdf (citado el 14 de Septiembre de 2009).

¹¹ Ibid, página 2.

información de vuelo, tales como altitud, rumbo y velocidad. Las viejas unidades análogas utilizaban un cuarto de pulgada de cinta magnética como medio de grabación, y las más nuevas utilizan tecnología digital y chips de memoria. Usualmente el FDR junto con el CVR son instalados en la parte trasera del avión considerada como la que más sobrevive a los impactos de accidentes¹².

Figura 1 Flight Data Recorder



Fuente: National Transportation Safety Board NTSB

- | | |
|--------------------------------------|--|
| • Duración de Grabación: | 25 horas continuas |
| • Número de parámetros: | 18 – 1000+ |
| • Tolerancia de impacto: | 3400Gs / 6.5 ms |
| • Resistencia al fuego: | 1100 °C / 30 minutos. |
| • Resistencia a la presión del agua: | 20,000 pies sumergidos. |
| • Baliza de localización bajo agua: | 37.5 KHz. 30 días de operación ¹³ |

¹² National Transportation Safety Board. NTSB. "Cockpit Voice Recorders CVR and Flight Data Recorders FDR" {En Línea}. Disponible en: http://www.nts.gov/aviation/CVR_FDR.htm (Citado el 16 de Abril de 2009).

¹³ Ibid

Cada grabador está equipado con un ULB (Underwater Locator Beacon – Baliza localizadora bajo el agua). Este aparato transmite una señal acústica de 37.5 KHz que puede ser detectado con un receptor especial. La baliza puede transmitir desde profundidades de hasta 14.000 pies¹⁴.

Actualmente el FDR a bordo de las aeronaves graba diferentes condiciones de operación de los vuelos. Por regulación, las nuevas aeronaves construidas tienen que monitorear al menos ochenta y ocho (88) parámetros como hora, altitud, velocidad, rumbo y actitud de la aeronave. En adición, algunos FDR's pueden grabar mil (1000) y hasta más parámetros que puedan ayudar en la investigación¹⁵.

Los FDR y CVR (Cockpit Voice Recorder – Grabador de Voces de Cabina) han probado ser herramientas invaluableles en el proceso de investigación. Estos dispositivos pueden proveer información que puede ser difícil o imposible de obtener por otros medios. Cuando son usadas en conjunto con otra información, los grabadores están jugando un creciente papel en la determinación de la causa de un accidente¹⁶.

3.2. EL PROGRAMA DE MONITOREO DE DATOS DE VUELO FDM / FOQA

A continuación se presenta un resumen de la historia del programa FDM de un documento publicado por la IATA, que es la Asociación Internacional de Aviación de Transporte y una de las entidades que impulsa esta clase de programas a nivel mundial.

- Los primeros pasos en cuanto a la utilización de los datos de vuelo de los FDR en prevención de accidentes se dieron a inicios de la década de 1970, pero el proceso era muy difícil debido a las limitaciones en la tecnología de grabación.
- En 1986 y debido a la falta de sistemas comerciales asequibles, la Junta Canadiense de Transporte (Canadian Transportation Safety Board – TSB) desarrolló un sistema avanzado para análisis de datos de vuelo que incluía animación y se difundió a los investigadores en el mundo.

¹⁴ Ibid.

¹⁵ Ibid.

¹⁶ Ibid.

- En la década de 1990 se mejoró la factibilidad o viabilidad del monitoreo de los datos de vuelo debido a que los FDR se construyeron de grabación de estado sólido (solid – state).
- En el año 2000 la OACI emitió recomendaciones para que las aerolíneas establecieran un programa de monitoreo de datos de vuelo (FDA) como parte del programa de prevención de accidentes y de seguridad de vuelo.
- En el año 2001 la TSB comercializó el primer software para análisis de datos, los cuales migraron a un sistema modular de Windows. Con el aumento de la tecnología estos programas se volvieron más amigables y automatizados generando mayor demanda en las aerolíneas comerciales de aviación.
- En el año 2005 la OACI estableció que todos los operadores de aeronaves por encima de 27,000 kilos de operación deberían establecer un programa de FDA¹⁷.

3.3. LA ACCIDENTALIDAD MUNDIAL Y EN LA FUERZA AEREA COLOMBIANA.

Desde el inicio de la era jet comercial en el mundo más de 9000 personas han perdido la vida en accidentes tipo **CFIT**, término utilizado para los eventos en los que una aeronave funcionando mecánicamente de manera normal, es volada inadvertidamente por la tripulación hacia el terreno, agua u obstáculo; en estas circunstancias, no hay formación de hielo en la estructura, ni cortante de viento, ni colisión con otros aviones, ni pérdida de control¹⁸.

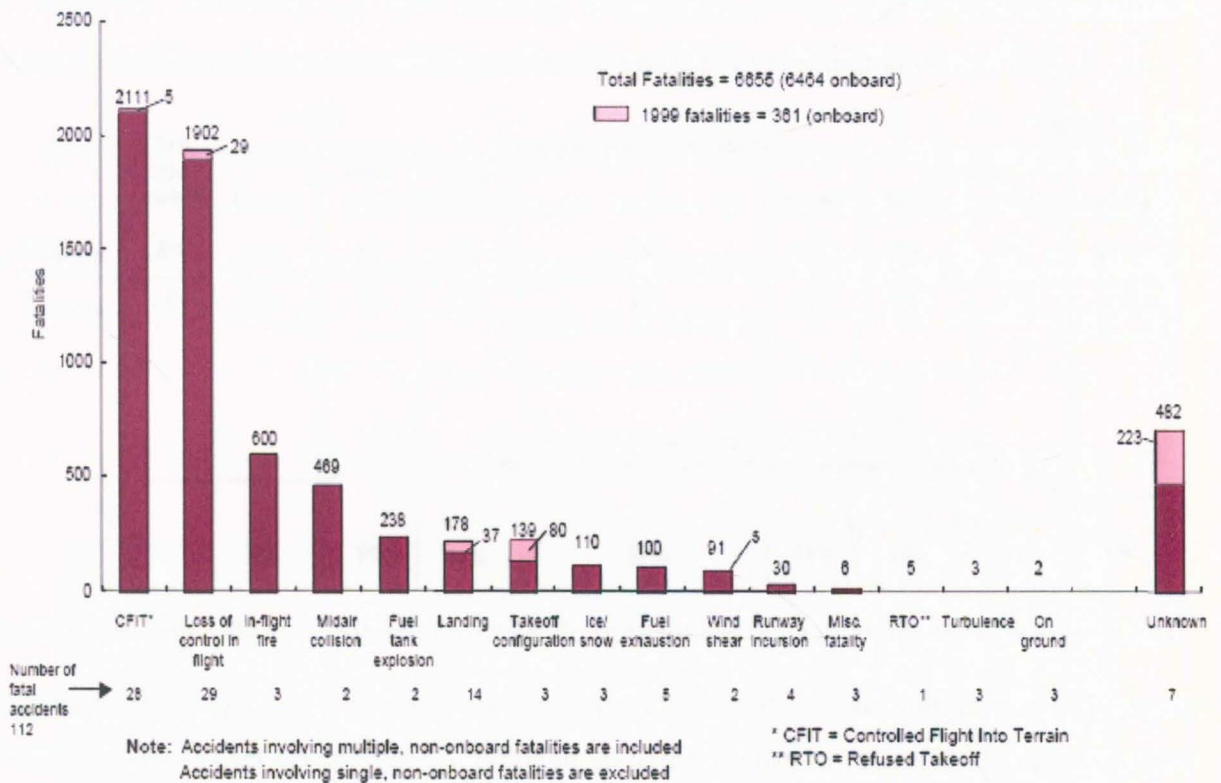
Por esta razón, fue indispensable diseñar acciones preventivas con el fin de disminuir la rata de este tipo de accidentes, teniendo en cuenta que fue la causa del 80% de las fatalidades en los accidentes de aviones comerciales durante los años 1979 y 1991, y que

¹⁷ International Aviation Transport Association - IATA (2008). “Flight Data Analysis Service” {En Línea}, Disponible en: http://www.iata.org/ps/intelligence_statistics/fda.htm. (Citado el 15 de Abril de 2009).

¹⁸ COLOMBIA. FUERZA AEREA COLOMBIANA (2004). “Cartilla de prevención de accidentes CFIT y ALA- Fuerza Aérea Colombiana”. Página 1.

según los estudios estadísticos podría causar semanalmente la pérdida de una aeronave de aerolínea mayor hasta el año 2010¹⁹.

Figura 2. Fatalidades por categorías de accidentes a nivel mundial realizado por la Boeing entre 1959-1999



Fuente: Boeing de la Cartilla de prevención de accidentes CFIT y ALA- FAC

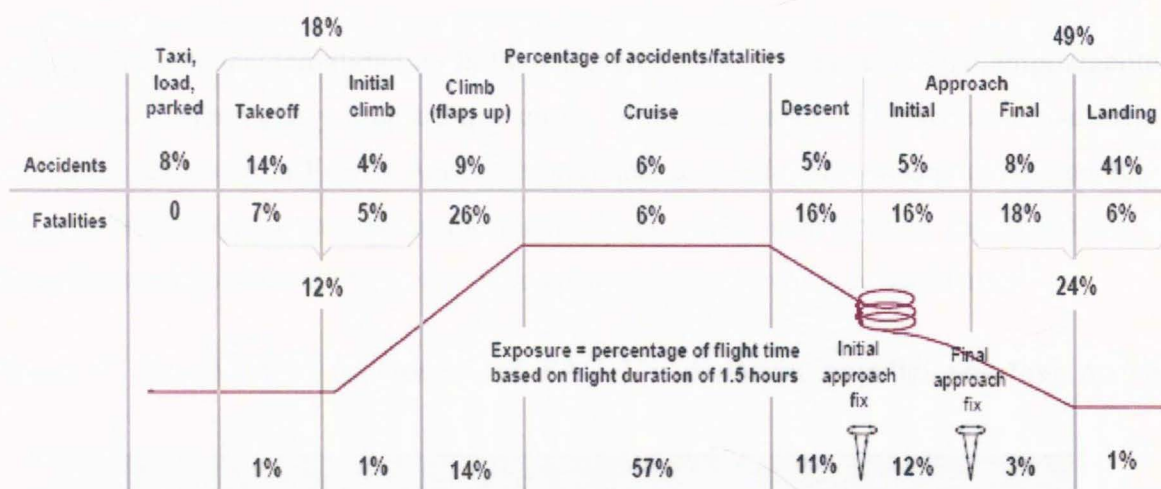
Se estableció que la causa primordial de los accidentes era la pérdida de la conciencia situacional vertical (altitud) y horizontal (posición) de la tripulación, y que demostraba a su vez la razón de porqué y cómo, las aeronaves eran dirigidas contra el terreno inadvertidamente²⁰.

¹⁹ Ibid, página 1.

²⁰ Ibid, página 2.

Así mismo, como un programa complementario al CFIT, la Flight Safety Foundation (FSF) creó en 1996 el “Alar Task Force” con el fin de estudiar y reducir los accidentes tipo ALA (Approach and Landing Accident – Accidentes en la Aproximación y Aterrizaje), que como se muestra en la figura 3, fueron los causantes del 49% de los accidentes aéreos ocurridos entre el marcador exterior y el aterrizaje²¹.

Figura 3 Accidentalidad y Fatalidad por fase de vuelo a nivel mundial



Fuente: Boeing 1990 – 1999 de la Cartilla de prevención de accidentes CFIT y ALA- FAC

El estudio arrojó que los ALA eran los causantes del 56% de los accidentes y el 50% de las fatalidades en los jet comerciales y también se identificaron las situaciones más comunes que causaban el 76% de los 287 accidentes estudiados, que se muestran a continuación.

- CFIT (incluye aterrizaje corto)
- Pérdida de control
- Aterrizaje Largo
- Salida de Pista
- Aproximación Desestabilizada²²

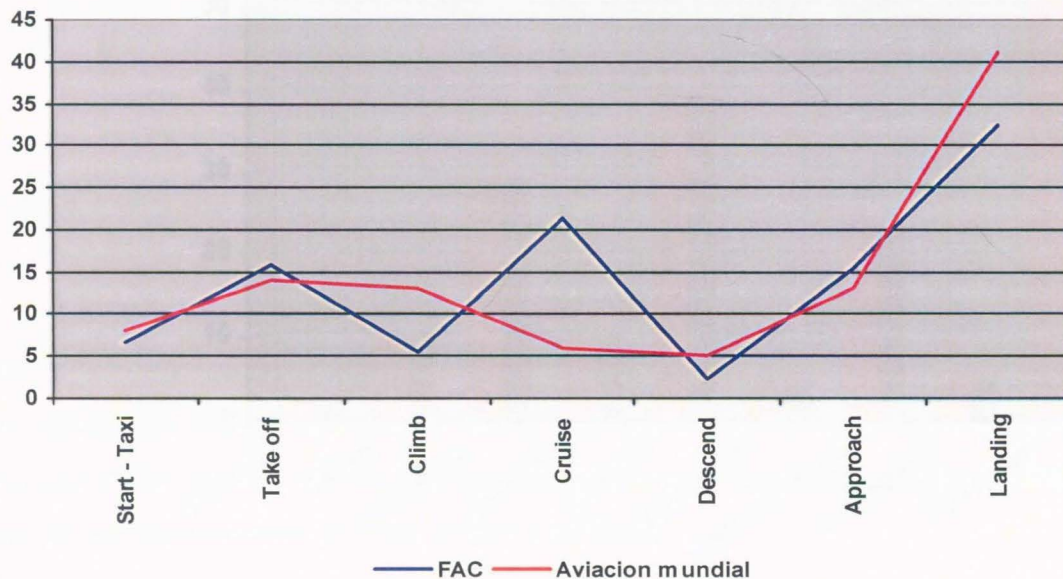
²¹ Ibid, página 4

²² Ibid, página 5

Con esta situación se procede a realizar compromisos por parte de los directivos de las compañías para minimizar los accidentes y optimizar sus recursos; entre los propuestos está la estandarización de procedimientos, la administración de la seguridad, mejorar la comunicación, definir en su manual de operaciones de vuelo, los parámetros de una aproximación estabilizada, **el monitoreo en vuelo de los parámetros de la tripulación y el avión que identifican las tendencias de desempeño que los operadores pueden usar para mejorar la calidad de sus operaciones de aproximación y aterrizaje**²³.

La historia de la accidentalidad en la Fuerza Aérea Colombiana se analizó ampliamente en la cartilla de referencia, y muestra que en los últimos 20 años se presentaron una serie de accidentes aéreos en la Fuerza Aérea Colombiana, que redujeron su capacidad operacional y fueron un obstáculo para el cumplimiento de la misión institucional encomendada. Esta situación condujo al fortalecimiento de los planes de prevención de accidentes²⁴.

Figura 4 Comparativo accidentalidad FAC Vs. Aviación mundial por fase de vuelo



Fuente: Cartilla de prevención de accidentes CFIT y ALA- FAC.

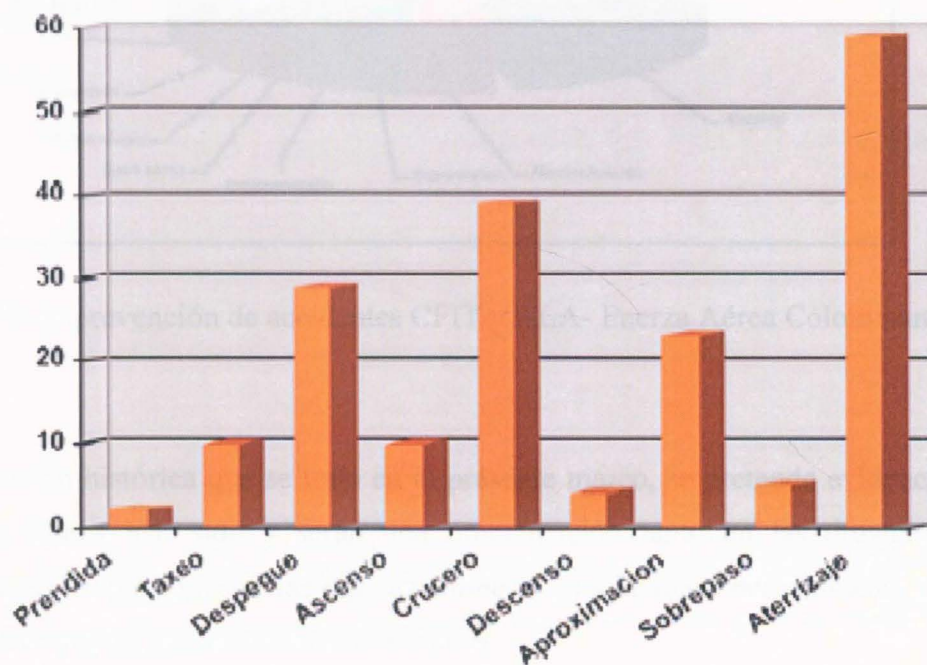
²³ Ibid, página 6.

²⁴ Ibid, página 9.

Como se aprecia en la figura anterior (Figura 4), los accidentes sufridos en la institución no solo obedecen al tipo de misión que cumple si no que se da por similares factores a los que ocurren en el ámbito comercial, lo cual fue un punto de referencia para la FAC.

Como se muestra en la figura 5, la suma de las fases de aproximación, sobrepaso y aterrizaje, sumaron 87 accidentes que representaron el 49% del total²⁵, que muestra una coincidencia con la accidentalidad comercial, y que a pesar que las misiones que se cumplen son diferentes, al momento de aproximar, aterrizar o hacer un sobrepaso los mismos factores deben ser considerados y estudiados.

Figura 5. Accidentes por fase de vuelo en la FAC

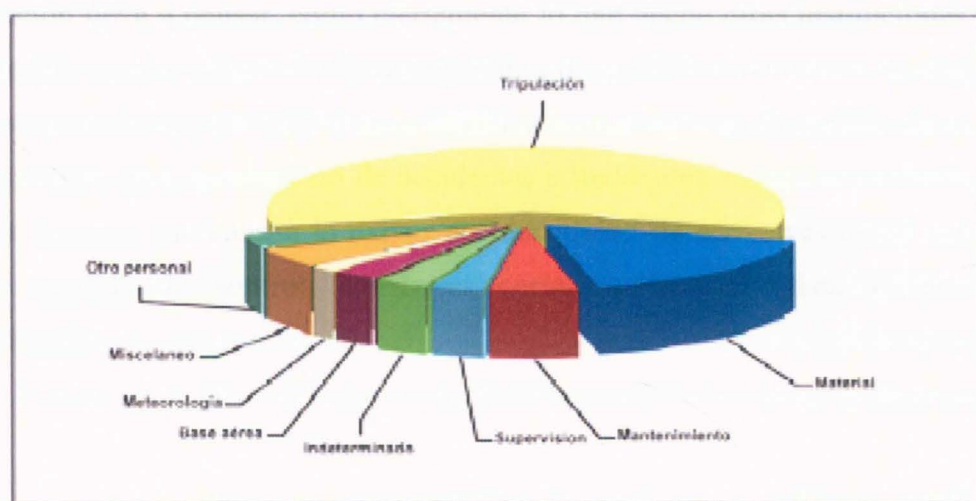


Fuente: Cartilla de prevención de accidentes CFIT y ALA- Fuerza Aérea Colombiana.

²⁵ Ibid, página 14

La figura seis (06), presenta un análisis de 182 accidentes de la Fuerza Aérea Colombiana en los últimos 20 años. Las causas primarias que los causó demuestran que 104 fueron por Factor Tripulación de vuelo equivalente al 57%, siguiendo en orden de importancia el Factor Material con 31 con un porcentaje del 17 %, y el Factor Mantenimiento y Factor Misceláneo, cada uno con 5% respectivamente²⁶.

Figura 6 Accidentes por causa primaria



Fuente: Cartilla de prevención de accidentes CFIT y ALA- Fuerza Aérea Colombiana”.

Con la información histórica que se trató en el presente marco, se pretende evidenciar que los accidentes aéreos han sido y serán una preocupación tanto en las organizaciones especializadas, en los Estados, en las organizaciones y asociaciones aeronáuticas, y en los operadores de aeronaves, ya sean civiles o militares.

Así mismo, se ha esbozado de una manera muy general cómo la invención de los dispositivos tales como el FDR y el CVR fueron creados para ayudar en las investigaciones de accidentes, y por su gran valor se convirtieron en norma mandatoria a nivel mundial.

²⁶ Ibid, página 16

Continuando con la idea anterior, la implementación de los programas de monitoreo de datos de vuelo se creó para que, de una manera proactiva se pudieran detectar los posibles factores de riesgo o eventos de seguridad, y atacarlos antes de que se convirtieran en potenciales accidentes para evitar las pérdidas humanas y de material de alto valor.

Finalmente, con el estudio de la cartilla de accidentes de la FAC, se puede apreciar que hay una similitud en los factores de ocurrencia con los accidentes de la aviación civil, a pesar de la diferencia en el tipo de misión.

Esta situación lleva a pensar, como ciertamente lo han hecho otras instituciones militares a nivel mundial, que la aplicación de un programa de análisis / monitoreo de datos de vuelo civil a las operaciones militares es muy benéfica para el sistema de gestión de seguridad de la Fuerza Aérea, en la prevención de accidentes e incidentes aéreos. Así mismo, se podrán atacar los factores que causan la mayor accidentalidad de aeronaves como son el CFIT - ALA, la pérdida de control, aterrizajes cortos, salidas de pista y aproximaciones desestabilizadas.

4. MARCO TEÓRICO

En este espacio se describirá inicialmente en qué consiste un programa de éstas características empezando por mencionar los diferentes nombres que se le han dado dependiendo de la región donde funciona el programa. Posteriormente, se profundizará en la descripción y de las partes de un programa de análisis / monitoreo de datos de vuelo y de su aplicación desde la perspectiva de varios documentos de organizaciones de aviación mundialmente reconocidas como la FAA, CAA, FSF y NTSB.

De la misma manera, se analizarán cuatro casos como ejemplo donde se ha implementado este programa y se reportan beneficios particulares para cada uno de estos casos, con la idea de apreciar la teoría aplicada en la realidad de la aplicación de este programa.

También se hará una revisión de las aeronaves de la Fuerza Aérea Colombiana y cuántas de estas poseen actualmente los dispositivos FDR con las que se podría iniciar un programa de análisis / monitoreo de datos de vuelo y empezar la primera fase de su implementación.

Así mismo, se hará una breve descripción que incluye un equipo de FDA – FOQA, y cuáles son los pasos generales para su planeación e implantación dentro de una organización, y se mencionarán algunos apartes sobre el costo – beneficio de la inversión.

Seguidamente se analizará cómo el programa FDA – FOQA complementa el SMS (Sistema de manejo de la Seguridad) teniendo en cuenta los requerimientos exigidos; también se tratará el Sistema de Información Georeferenciado GIS como herramienta complementaria para el programa de análisis / monitoreo de datos de las aeronaves en un mapa virtual.

El análisis de los datos de vuelo es una herramienta que ha venido empleándose por largo tiempo en las compañías comerciales de aviación en el mundo; entre las Europeas, Norteamericanas y Latinoamericanas se destacan las siguientes:

- Argentina Aerolíneas Argentinas
- Brasil GOL – TAM – OceanAir – AZUL- TRIP
- Chile LAN – LAN Peru – LAN Cargo – LAN Express – LAN Ecuador
- Colombia Avianca – AeroRepública
- Costa Rica LACSA
- El Salvador TACA
- Estados Unidos Todas las grandes aerolíneas
- Australia Todas las grandes aerolíneas
- Europa Todas las grandes aerolíneas²⁷

Del mismo modo, en el campo militar también se han implementado programas en las aviaciones militares de varios Estados, como por ejemplo Estados Unidos con el Military FOQA (MFOQA), del cual se hablará más adelante.

Volviendo al campo comercial, en Inglaterra la Administración Aeronáutica Civil (CAA) emitió en el año 2003 un documento sobre el monitoreo de los datos de vuelo y lo define de la siguiente manera: “*El monitoreo de los datos de vuelo (FDM) es el uso sistemático y no punitivo de los datos digitales de vuelo de operaciones rutinarias para mejorar la seguridad de aviación*”²⁸. Así mismo, desde el año 1970 según el documento relacionado, se han tratado de establecer las normas y el uso del FDM. Posteriormente, al ver los potenciales beneficios en seguridad, la OACI recomendó y reglamentó su uso para los operadores comerciales de aviación.

²⁷ SAGEM AVIONICS, proveedor de programas de monitoreo de datos de vuelo.

²⁸ Civil Aviation Authority CAA (2003). Documento “CAP 739 FLIGHT DATA MONITORING”, Group Safety Regulation. Capítulo uno, página 10. {En línea}, Disponible en: <http://www.caa.co.uk/docs/33/CAP739.PDF>. (Citado el 10 de Mayo de 2009).

Por otra parte, en Estados Unidos en el año 2004 la Administración Federal de Aviación (FAA) emitió una circular (AC) sobre el programa Aseguramiento de la Calidad Operacional de Vuelo (FOQA) en la cual describe cómo un programa voluntario y no punitivo puede incrementar la seguridad de vuelo, teniendo como punto de partida los ejemplos de la CAA y de la OACI²⁹.

Esta circular emitida por la FAA claramente describe que el programa FOQA puede evaluar y efectuar cambios en cualquiera de las siguientes áreas:

- Seguridad Aérea
- Rendimiento de la aeronave (performance)
- Rendimiento de los sistemas de la aeronave (performance)
- Rendimiento de la tripulación (performance)
- Procedimientos de la empresa (SOP)
- Programas de entrenamiento
- Efectividad del entrenamiento
- Diseño de la aeronave
- Sistema de operación del ATC.
- Problemas operacionales del aeropuerto
- Problemas meteorológicos³⁰

Dependiendo del alcance que se quiera dar al programa, y del hardware y software usados para grabar y descargar los datos, de esa misma forma se podrán analizar más o menos áreas de las arriba relacionadas.

²⁹ Federal Aviation Administration FAA (2004). “Advisory Circular 120-82 de la FAA”, EEUU. {En línea}, Disponible en: [http://rgl.faa.gov/Regulatory_and_Guidance_Library/rgAdvisoryCircular.nsf/8ce3f88c034ae31a85256981007848e7/40c02fc39c1577b686256e8a005afb0a/\\$FILE/AC120-82.pdf](http://rgl.faa.gov/Regulatory_and_Guidance_Library/rgAdvisoryCircular.nsf/8ce3f88c034ae31a85256981007848e7/40c02fc39c1577b686256e8a005afb0a/$FILE/AC120-82.pdf), (Citado el 10 de Mayo de 2009).

³⁰ Ibid. Página. 9.

4.1. OBJETIVOS DE UN PROGRAMA DE MONITOREO DE DATOS DE VUELO

Los objetivos de un programa de monitoreo de datos de vuelo se pueden variar dependiendo del operador del mismo, pero básicamente son los siguientes de acuerdo con el documento CAP 739 emitido por la CAA:

- **Identificar las áreas de riesgo operacional y cuantificar los actuales márgenes de seguridad.**

Inicialmente un sistema de FDM puede ser usado para identificar desviaciones de los procedimientos estándar de operación ó en áreas de riesgo para medir los márgenes de seguridad. Esto establecerá una línea de base operacional de medida contra la cual se puede detectar y medir el cambio.

Ejemplo: Ratas actuales de abortajes, aterrizajes fuertes, aproximaciones inestables.

- **Identificar y cuantificar los riesgos operacionales cambiantes, resaltando cuando las circunstancias no estándar, no usuales o inseguras ocurren.**

En adición a los cambios resaltados desde la línea base, el sistema debería permitir al usuario determinar cuando circunstancias inseguras ocurren en las operaciones.

Ejemplo: Incremento en las ratas antes relacionadas, nuevos eventos, nuevas locaciones.

- **Usar la información del FDM en la frecuencia de ocurrencia, combinada con una estimación del nivel de seguridad, para valorar el riesgo y determinar cual puede llegar a ser inaceptable si se continúa observando.**

La información en la frecuencia de ocurrencia, junto con las estimaciones del nivel del riesgo presente, es usada entonces para determinar si el nivel de riesgo individual o de la flota es aceptable. Primariamente, el sistema debe ser usado para deducir si hay una tendencia hacia un riesgo inaceptable antes de que este riesgo alcance niveles que en el sistema del proceso SMS ha fallado. Ejemplo: Un nuevo procedimiento ha introducido altas ratas de descenso que están llevando a que se active el sistema GPWS. El proceso de SMS debería haber predecido esto.

- **Tomar las adecuadas medidas técnicas de mitigación del riesgo para poner acciones remediales a los riesgos inaceptables, ya sea porque se han identificado o porque se tienen pronosticados de acuerdo al análisis predictivo.**

Una vez un riesgo inaceptable, ya sea actual o que se haya pronosticado, ha sido identificado, entonces las apropiadas técnicas de mitigación tienen que ser usadas para poner en acción las acciones remediales. Esto debe ser logrado mientras se tiene en cuenta que el riesgo no tiene que ser transferido a algún otro lugar del sistema. Ejemplo: Al haber encontrado altas tasas de descenso los procedimientos estándar de operación (SOP) son cambiados para mejorar el control de las óptimas tasas de descenso que están siendo usadas.

- **Confirmar la efectividad de cualquier acción remedial con el monitoreo continuo.**

Una vez una acción remedial ha sido puesta en ejecución, es crítico que su efectividad sea monitoreada, confirmado que esta ha reducido el riesgo originalmente identificado y que no se ha transferido a otro lugar.

Ejemplo: Conformar que otras medidas en el aeropuerto con altas tasas de descenso no cambien para empeorar las nuevas medidas tomadas en los procedimientos de aproximación³¹.

En el documento de la Fundación Seguridad de Vuelo (Flight Safety Foundation - FSF) se resaltan los siguientes beneficios de la implementación del programa FOQA.

- Las aerolíneas con experiencia en el área aseguran el potencial de estos programas para mejorar la seguridad de vuelo identificando posibles problemas de seguridad que pueden llevar a un accidente o incidente.
- Las aerolíneas usan el programa FOQA para identificar problemas que antes eran desconocidos o que se sospechaban que existían.
- Donde los problemas ya fueron resueltos, las aerolíneas han usado programas para confirmar y cuantificar la extensión de esos problemas.

³¹ Civil Aviation Authority CAA (2003). "CAP 739 FLIGHT DATA MONITORING", Safety Regulation Group. Capítulo dos, pagina 01 y 02. {En línea}, Disponible en: <http://www.caa.co.uk/docs/33/CAP739.PDF>, (Citado el 10 de Mayo de 2009).

- En las bases de datos de análisis de los datos de vuelo, las aerolíneas han tomado acciones para corregir problemas y mejorar la seguridad de aviación.
- Los costos asociados con la implementación del programa FOQA dependen de un gran número de factores, incluyendo la tecnología usada para capturar los datos de vuelo, el número y los tipos de aeronaves a ser equipadas con esta tecnología y los costos de personal.
- Aunque el programa es primordialmente visto como un programa de seguridad, las aerolíneas han reportado beneficios financieros.
- Con datos adicionales en los sistemas de las aeronaves y las condiciones de motor, las aerolíneas están más capacitadas para lograr un consumo óptimo de combustible y evitar mantenimientos innecesarios de motores.
- El mejoramiento de la seguridad debería resultar en bajar los costos con el tiempo como resultado de accidentes e incidentes evitados y la disminución de los cánones de seguros.
- La FAA estima que los ahorros sugeridos para cincuenta (50) aeronaves es de US \$ 892.000 por año.
- El factor primario que impide la implementación del programa FOQA es la falta de normas jurídicas que protejan la utilización de los datos de vuelo.
- La FAA ha empezado a trabajar para establecer las protecciones necesarias sobre la información proveída en los programas FOQA³².

4.2. FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE DATOS DE VUELO

Los sistemas de análisis / monitoreo de los datos de Vuelo, permiten la descarga rutinaria y el análisis sistemático de datos de los dispositivos FDR o de otra fuente de almacenamiento de datos de vuelo, cuyos límites se han preestablecido (con el pertinente margen de seguridad incorporado) según los parámetros de los sistemas del avión.

³² Flight Safety Foundation (1998). "Aviation Safety: US Efforts to implement FOQA programs", page 2, Flight Safety Digest, Flight Safety. {En línea}, Disponible en: http://www.flightsafety.org/fsd/fsd_jul-sept98.pdf. (Citado el 10 de Mayo de 2009).

En Colombia, las aerolíneas comerciales Avianca³³ y AeroRepública³⁴ han implementado estos programas con resultados muy positivos en seguridad aérea, soportados en todas las descargas periódicas efectuadas a los dispositivos FDR de sus aeronaves.

Básicamente, se trata de utilizar proactivamente la información retenida por los dispositivos FDR, ó también a través de un dispositivo utilizado en aeronaves recientemente construidas llamado FDAU (Flight Data Acquisition Unit – Unidad de Adquisición de Datos de Vuelo), haciendo descargas periódicas de estos datos a través de otro dispositivo funcional llamado QAR (Quick Access Recorder ó Grabador de acceso rápido); Este grabador o QAR se conecta directamente al dispositivo FDR ó FDAU, y su función es servir de puente para que el personal de mantenimiento tenga un acceso fácil y confiable para descargar los datos en lugar de tener que bajar repetidamente el dispositivo FDR de la aeronave³⁵.

Figura 7 Diagrama de funcionamiento de un programa FDA / FDM O FOQA.



Fuente: SATENA

³³ AVIANCA. Manual de Análisis de Datos de Vuelo –FDA. (Revisión 01 2005). Oficina de Seguridad Operacional.

³⁴ Aerorepública. Oficina de Seguridad y Calidad en operaciones de vuelo.

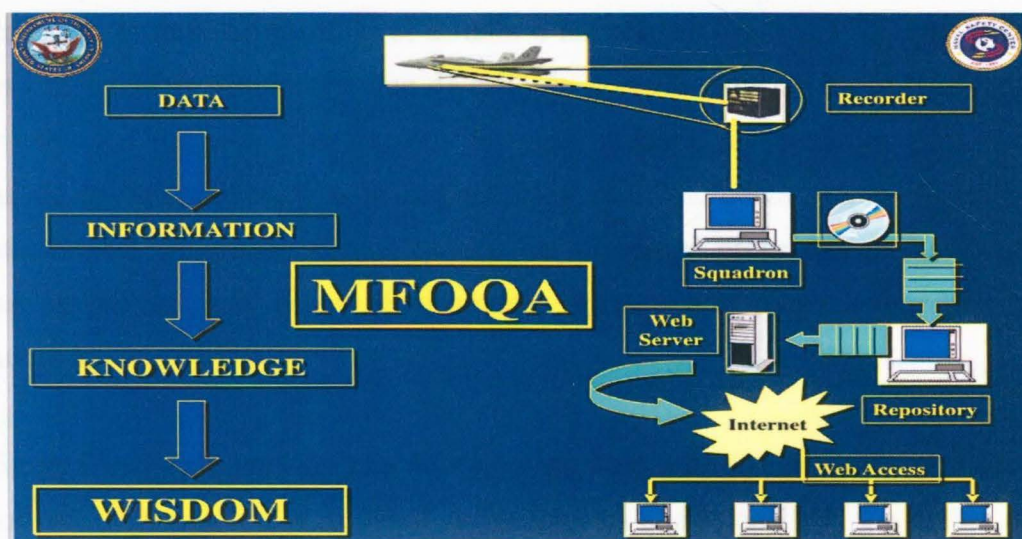
³⁵ Civil Aviation Authority (2003) – CAA- Safety Regulation Group. "CAP 739 Flight Data Monitoring: A Guide to a Good Practice" Capítulo 3, página 2 Descripción típica de un sistema FDM. {En línea}, Disponible en: <http://www.caa.co.uk/docs/33/CAP739.PDF>, (Citado el 12 de Agosto de 2009).

El QAR contiene una tarjeta (que en la mayoría de los casos es de tipo PMCIACARD) donde se graban los datos de vuelo; dependiendo de las características tanto del FDR como del QAR se bajarán más ó menos datos³⁶.

Una vez descargados los datos en un computador que contenga un software de análisis de datos, éstos empiezan a ser analizados automáticamente de acuerdo a la configuración previa del tipo de aeronave, características, cualidades de operación, procedimientos normales, etc.³⁷.

El operador de la herramienta que en este caso sería la FAC define los parámetros para que sean analizados y, por medio de varias presentaciones estadísticas, a través de diagramas e incluso por animación se puedan observar las fases de vuelo y la operación de los sistemas, así como si hubo algún evento o situación anormal que inmediatamente marcará el sistema como un evento anormal o excedencia.

Figura 8 Síntesis el programa FDA –FOQA



Fuente: Military Flight Operational Quality Assurance. Department of the Navy. Navy Safety Center.

³⁶ Ibid, pagina 3

³⁷ Ibid, pagina 3

En la figura 8 se puede apreciar el diagrama simplificado del proceso de recolección y análisis de datos, que en este caso corresponde a un Escuadrón de Combate; si hubo algún evento de consideración de acuerdo a los rangos especificados, el analista los verifica y ratifica su veracidad por medio del análisis de otros parámetros. Estos parámetros se pueden analizar contra otros eventos para descubrir tendencias, patrones, y/o errores de la tripulación o malfuncionamiento de algún sistema de la aeronave.

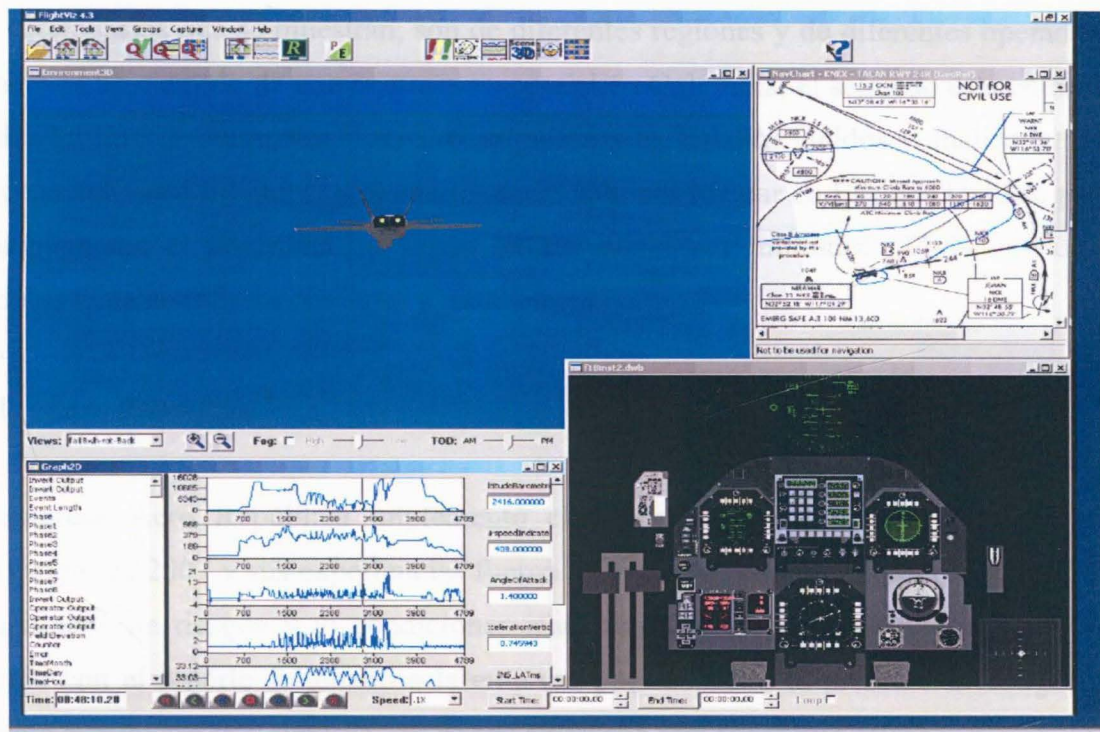
Finalmente, estos análisis de datos se deben utilizar para cerrar el círculo de seguridad emitiendo circulares donde se especifiquen los cambios necesarios ya sea para las tripulaciones, para mantenimiento, para el control de tráfico aéreo, al área de entrenamiento y operaciones de vuelo.

Debido a que en la Fuerza Aérea Colombiana las aeronaves son de una complejidad por su diferencia en cuanto a edad, casa fabricante, tipo de operación y de misión, varias de estas aeronaves no cuentan con un dispositivo de FDR instalado.

Por esta razón es necesario limitar el estudio a las aeronaves de la FAC que, actualmente, cuentan con un FDR instalado y que de acuerdo con sus características técnicas se pueda utilizar para los fines de este trabajo. En otras palabras de acuerdo a las condiciones técnicas de las aeronaves, y a la organización que la Fuerza Aérea disponga para la implantación del programa, es más conducente dividir el programa en fases, empezando con las aeronaves que estén técnicamente aptas, para luego expandirlo en fases subsiguientes.

En la figura 9 se puede apreciar una de las varias formas de comparar los datos de vuelo de las aeronaves de acuerdo a la cantidad de parámetros que se analicen y a la fase de vuelo a la que correspondan, dando así una mayor facilidad de interpretación.

Figura 9 Vista de un análisis de datos de vuelo de una aeronave de combate.



Fuente Military Flight Operational Quality Assurance. Department of the Navy. Navy Safety Center.

De este modo, se hará un análisis coordinado con el personal de confiabilidad de la Jefatura de Operaciones Logísticas para determinar las aeronaves poseen un FDR, para luego instalar el programa con la configuración de acuerdo al manual de operación de cada aeronave y empezar a utilizar esta herramienta. Así mismo, esta herramienta se puede utilizar proactivamente en los escuadrones de vuelo: Al término de una misión de entrenamiento o de una operación que involucre más de una aeronave, los datos de vuelo de estas se pueden cruzar para ver en una animación los eventos más importantes de esta misión y se podría generar una mayor doctrina táctica en la operación de estas aeronaves.

4.3. ANÁLISIS DE CASO

Para este análisis se contó con cuatro fuentes de donde se consiguió la siguiente información:

Los cuatro casos que se muestran, son de diferentes regiones y de diferentes operadores, el primero es un ejemplo de una empresa comercial en Colombia, el segundo esta en Europa y analiza un tipo de aeronave, el tercero se presenta en Estados Unidos y analiza la flota de jets corporativos ó privados, y el cuarto, es un ejemplo Militar en Estados Unidos, país que ya implemento el programa en varias de sus aeronaves militares. Cada uno de estos ejemplos tiene beneficios comunes y particulares.

4.3.1. Aero Republica³⁸

La empresa Aero República implementó el programa de monitoreo de datos de en Septiembre de 2007 y sus experiencias fueron impactantes empezando por la identificación de una serie de riesgos y /o condiciones inseguras que antes no se podían detectar. De acuerdo con el reporte solicitado a la empresa para soportar la presente investigación, la empresa suministró tres ejemplos en donde aplicaron este programa así:

4.3.1.1. Aproximaciones desestabilizadas

A partir del año 2008 se empezaron a medir las aproximaciones desestabilizadas y a dar las primeras recomendaciones que bajaron estas mediciones; y desde el mes de Mayo se modificaron los parámetros para ser más exigentes, lo que ocasionó un nuevo aumento en la medición. Sin embargo, con las recomendaciones emitidas hacia las tripulaciones para finales del año 2008 las mediciones volvieron a ser bajas³⁹.

4.3.1.2. Excesiva velocidad de las llantas durante la rotación

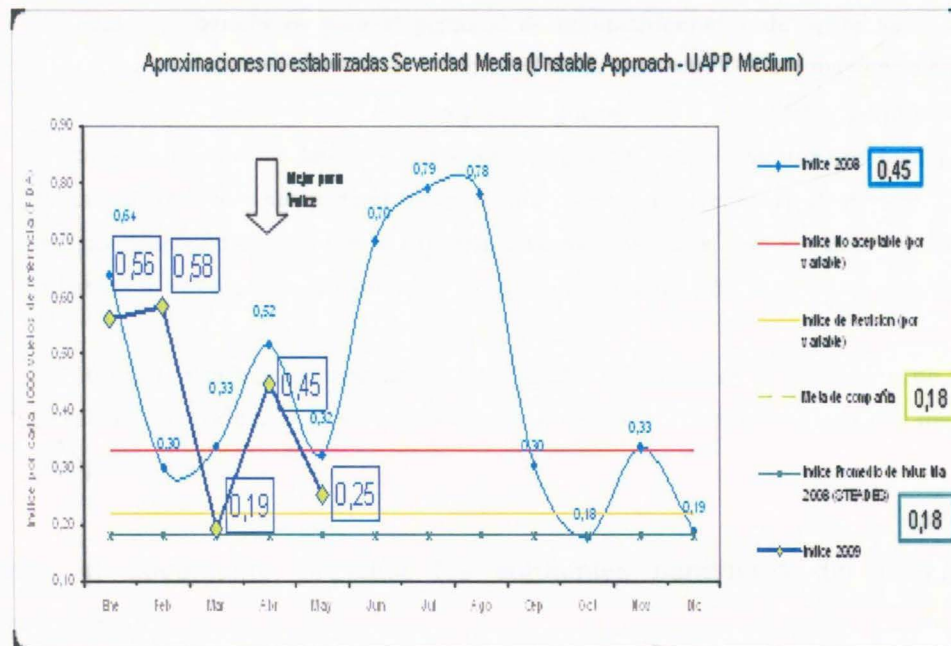
De acuerdo con la tabla de excedencia de la velocidad de las ruedas al momento de la rotación también la información fue interesante porque no se conocía que se estaban teniendo excedencias de este tipo, que fueron de 312 en un año y medio de operación. Las

³⁸ Fuente reservada.

³⁹ Fuente reservada.

medidas correctivas fueron tomadas y nuevamente se genera un descenso en la medición de este parámetro⁴⁰.

Figura 10 Diagrama aproximaciones desestabilizadas



Fuente: AeroRepública (2009)

4.3.1.3 Operación indebida de los Flaps y Aterrizajes fuertes.

Estos dos parámetros son importantes para evitar la degradación de las superficies de control y de la estructura en general. Las mediciones han permitido hacer mantenimiento preventivo para proteger estas estructuras y así mismo educar a las tripulaciones para que sean más precavidos en estas las maniobras de configuración del avión⁴¹.

4.3.2. Merlin integrated Project Team Uses Flight Data Analysis To Support Operations (El Grupo del Proyecto de Integración del MERLIN usa Análisis de los Datos de Vuelo para Soportar las Operaciones)

⁴⁰ Fuente reservada.

⁴¹ Fuente reservada.

Este documento conseguido en línea proviene de Inglaterra, que inició un programa de monitoreo de datos de vuelo en sus helicópteros Merlin HM MK1 y HM MK3, empleando un software de la empresa CAE Flight Scape.

Se tratan los beneficios para el personal de mantenimiento y de operaciones por cuanto un helicóptero que antes se tardaba hasta tres semanas en mantenimiento, ahora se demoraba tres días. Esto es posible gracias a que el software permite una descarga rápida de los datos de vuelo del helicóptero cuando presenta una falla y en no más de una hora se puede conocer la falla y retornar la aeronave al servicio. Este mismo procedimiento sin esta capacidad se tomaba entre tres y cuatro semanas mientras la información era enviada a un centro de diagnóstico.

Así mismo, esta herramienta permite la rápida identificación y animación de los eventos de seguridad ocurridos para emitir las recomendaciones necesarias y lograr mitigar el riesgo⁴².

Finalmente, el documento presenta los siguientes beneficios del programa en los helicópteros Merlin:

- Bajada de la transmisión principal innecesaria. Ahorro por (USD450K)
- Bajada de motor innecesaria. Ahorro por (USD250K)
- Tiempo en el ambiente operacional de la aeronave fuera de servicio:
INCALCULABLE.⁴³

4.3.3. MILITARY FOQA

De acuerdo con un documento de la Fuerza Naval de Estados Unidos, emitido por el Centro Naval de Seguridad (Naval Safety Center) se menciona que con la intervención estratégica de tecnología se podrán identificar errores que significarían una reducción en la

⁴² CAE FlightScape Information Letter (2009). Merlin Integrated Project Team uses insight Data Analysis software to support operations. {En línea}, Disponible en: <http://www.flightscape.com/about/releases/20090427.pdf> (citado el 17 de Julio de 2009).

⁴³ Ibid

rata de accidentalidad. A continuación se presenta un resumen que demuestra la importancia dada por esta organización militar.

Se menciona que con la implementación del MFOQA, se creará un proceso del manejo del conocimiento que utiliza los datos de vuelo descargados de las aeronaves cada vuelo para proveer a la tripulación, al escuadrón de vuelo y a la flota con información cuantitativa con respecto al rendimiento de la tripulación y de la aeronave para mejorar el entrenamiento, alistamiento operacional y seguridad de vuelo.

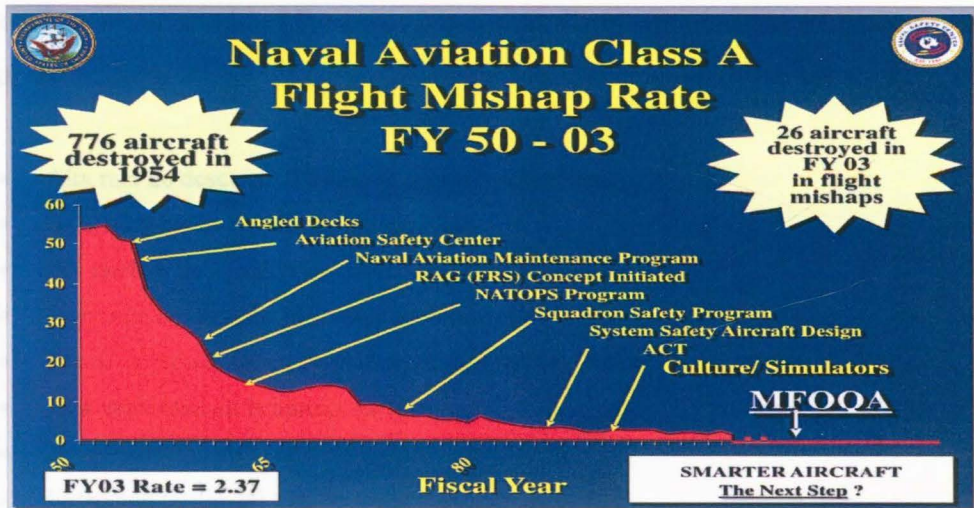
El documento también analiza que tradicionalmente se trabajaba ante los eventos o accidentes de forma reactiva, mientras que con el MFOQA se podría trabajar proactivamente, dando algunos ejemplos de los cuales se menciona el de los aviones C-17 de la Fuerza Aérea de Estados Unidos, que presentaron fisuras en el tren de aterrizaje de sus aviones. Con la utilización del MFOQA, se identificó una deficiencia en el programa de entrenamiento, aplicando los correctivos necesarios⁴⁴.

En la figura 11, del Departamento Naval de Estados Unidos, se puede apreciar la disminución de la accidentalidad desde la década de los años 60 con la implementación de programas de prevención de accidentes. Es necesario resaltar que finalizando la década de los 80 y durante la década de los 90, la rata de accidentalidad prácticamente se mantuvo estable.

Así mismo, se observa una significativa reducción de la accidentalidad posterior al año 2000 con el programa FOQA que ha contribuido a ahorros significativos en cuanto a pérdida de material y vidas humanas.

⁴⁴ Fleet Operational Readiness Improvement. Military Flight Operational Quality Assurance. Department of the Navy. Navy Safety Center. {En línea}, Disponible en: <http://www.docstoc.com/docs/3787582/MFOQA-Military-Flight-Operations-Quality-Assurance> (Citado el 18 de Julio de 2009)

Figura 11. Disminución de accidentes con la implementación de programas de seguridad



Fuente: Naval Safety Center. Department of the Navy

El documento presenta las siguientes conclusiones:

- Los programas FOQA en las aerolíneas comerciales han demostrado un significativo retorno de la inversión en economía y seguridad.
- El MFOQA ha demostrado beneficios para los Escuadrones de vuelo, mantenimiento, entrenamiento y seguridad. No ha significado un cambio, sino un mejoramiento de la forma de trabajo.
- El MFOQA es una herramienta proactiva y no punitiva que puede identificar riesgos antes de que resulten en accidentes.
- El sistema va a ayudar a lograr y a mantener una marcada reducción de accidentes por debajo de las ratas proyectadas en seis años⁴⁵.

4.3.4. C-FOQA – programa FOQA para aviones ejecutivos

C-FOQA es la aplicación del programa a los aviones corporativos ó ejecutivos de varios tipos en Estados Unidos. El reporte anual del año 2008 incluyó 24 tipos de aeronaves, las cuales hicieron 6,621 vuelos y un total de 13,814 horas de vuelo, y se divide en tres

⁴⁵ Ibid.

secciones. En general, el informe hace énfasis en las aproximaciones desestabilizadas y todos los factores que miden las aproximaciones discriminadas por tablas entre las cuales se encuentran:

- Alta rata de descenso durante la aproximación final
- Extensión tardía del último set de Flaps
- Por encima de la senda de planeo en la aproximación
- Desviado del Localizador en la aproximación
- Por debajo de la senda de planeo en la aproximación
- Alta velocidad en la aproximación
- Baja velocidad en la aproximación
- Extensión tardía del tren de aterrizaje
- Demasiado banqueo ó cabeceo en la aproximación⁴⁶

Así mismo se comparan los porcentajes de aproximaciones desestabilizadas durante los años 2006 (12.8%), 2007 (9.1%), y 2008 (7.0%) observando que las medidas tomadas han sido efectivas para reducir estos porcentajes cada año⁴⁷.

4.4 LA SITUACIÓN DE LAS AERONAVES DE LA FUERZA AÉREA PARA UN PROGRAMA DE MONITOREO DE DATOS DE VUELO.

La Fuerza Aérea Colombiana cuenta con una gran variedad de aeronaves para todo tipo de misión que necesita cumplir para salvaguardar los intereses de la Nación, la seguridad y la defensa de la misma. A lo largo de sus 90 años de existencia la Fuerza Aérea ha venido actualizándose y adquiriendo nuevos equipos y capacidades y ha conservado otros que todavía son importantes dentro del poder aéreo.

Es así, que actualmente cuenta con aeronaves de muchos años de operación, aeronaves repotenciadas y aeronaves nuevas; entre todo este parque aeronáutico las aeronaves que

⁴⁶ Flight Safety Foundation (2009). 2008 Annual C-FOQA Statistical Summary Report. {En Línea}, Disponible en: http://www.flightsafety.org/pdf/2008_Annual_CFOQA_Report.pdf (citado el 17 de Julio de 2009)

⁴⁷ Ibid página 44

actualmente cuentan con un dispositivo FDR instalado son 48 (61 incluyendo las 13 de SATENA), y se pueden adicionar los 24 nuevos K-Fir que estarán completos para el año 2010, y que aunque no tienen FDR sí poseen la tecnología para transferir los datos de vuelo por data link, y poder correr un programa de monitoreo⁴⁸.

Tabla 1. Aeronaves FAC con FDR.

| TIPO | DESIGNACION | CANTIDAD |
|-------|-------------|----------|
| AVION | B-737 | 01 |
| | B-707 | 01 |
| | C-550 | 01 |
| | SR-560 | 05 |
| | CN-235 | 03 |
| | CN-295 | 04 |
| | B-300 | 06 |
| | F-28 | 02 |
| | A-29 | 25 |

Fuente: oficio de la Jefatura Logística Fuerza Aérea -MD-CGFM-FAC-COFAC-JEMFA-JOL-DIMAN-SUING-29

Para la implementación de un programa FDA –FOQA en una organización como la FAC, será necesario hacer un estudio de costo – beneficio que incluya el ciclo de vida remanente de las aeronaves y las condiciones tecnológicas de las aeronaves que se piensen incluir en este programa.

En la siguiente tabla (Tabla 2), se puede apreciar la evolución de la tecnología de los FDR y la capacidad de la aeronave en cuanto a la facilidad tecnológica de transferencia de datos. Por ejemplo, la Fuerza Aérea posee aeronaves que entran en el rango del Boeing 707 y van hasta el del E -170, sin tener en cuenta las proyecciones de nuevas adquisiciones.

⁴⁸ Fuerza Aérea Colombiana. Jefatura de Operaciones Logísticas. Oficio -MD-CGFM-FAC-COFAC-JEMFA-JOL-DIMAN-SUING-2

Tabla 2. Evolución de la recolección de datos

| Aircraft Type | Introduced into service | FDR Type | Number of parameters | FDR data capacity |
|---------------|-------------------------|---|----------------------|--|
| Boeing 707 | 1958 | Analogue | 5 | Mechanical limit of about 10 parameters |
| Airbus 330 | 1993 | Digital (solid-state or tape medium) | 280 | 128 wps ⁸ (serial data input) |
| Embraer 170 | 2004 | Digital (solid-state) combi-recorder | 774 | 256 wps (serial data input) |
| Airbus 380 | 2007 | Digital (solid-state) | > 1,000 | 1,024 wps (serial data input) |
| Boeing 787 | 2009 | Digital (solid-state) EAFR ⁹ | > 1,000 | Ethernet system |

Fuente: Campbell, Neil. "The Evolution of Flight Data Analysis"⁴⁹.

Debido a que las aeronaves de la Fuerza Aérea se encuentran asignadas a las diferentes Bases Aéreas desde donde operan, y que en ocasiones se destacan en otras Bases o lugares para complementar las operaciones, se deben considerar los siguientes aspectos para la implementación del programa de análisis / monitoreo de datos de vuelo de las aeronaves:

- Formar un comité estructurador que incluya personal de Seguridad Aérea, Jefatura de Operaciones Aéreas, Jefatura de Operaciones Logísticas, Jefatura de Educación Aeronáutica, y Jefatura de Apoyo Logístico
- Definir los objetivos y el alcance del programa así como también su implementación y divulgación
- Definir la tecnología a emplear para la recolección de datos de vuelo
- Definir inicialmente con que grupo de aeronaves se iniciará el programa para limitar tanto personal como recursos asignados para tal fin.

⁴⁹ Campbell, Neil. "The Evolution of Flight Data Analysis". {En Línea}. Disponible en: http://asasi.org/papers/2007/The_Evolution_of_Flight_Data_Analysis_Neil_Campbell.pdf (citado el 14 de Septiembre de 2009).

- Coordinar con la Jefatura Jurídica la protección de la información y de los datos de vuelo para que solamente sean usados en beneficio de la seguridad aérea.
- Ubicar un lugar centralizado a donde debe llegar toda la información descargada de los dispositivos para analizar los datos de vuelo y verificar las excedencias.
- Ubicar puntos de análisis descentralizados para que cada unidad pueda no solamente analizar los datos de vuelo, sino que puedan ser utilizados para los Grupos de Combate / Transporte / Reconocimiento y por Entrenamiento de vuelo. Así mismo, los Grupos Técnicos pueden emplear la información para confiabilidad y mantenimiento.
- Publicar los resultados analizados para concientizar y comunicar al personal los beneficios del programa
- Emitir las recomendaciones necesarias y controlar estas recomendaciones por medio del análisis continuo de los datos de vuelo para lograr que sea efectivo.

Los ejemplos de casos exitosos de FDM sumado a la descripción de la situación de las aeronaves de la FAC, permiten apreciar que desde diferentes partes del mundo hasta Colombia, y con diferentes tipos de aeronaves, cómo un programa de monitoreo de datos de vuelo puede ayudar a cambiar y a mejorar proactivamente la seguridad de vuelo y las operaciones de vuelo de las aeronaves de la Fuerza Aérea Colombiana, con todas sus aeronaves de ala fija, ala rotatoria, e incluso hasta los UAV se pueden incluir en este programa.

4.5 IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA FDA / FOQA

Para implementar un programa de análisis / monitoreo de datos de vuelo, es necesario hacer una planeación y preparación para luego empezar con la implementación. Teniendo en cuenta los documentos consultados, que mencionan altos grados de especialización y los recursos considerables, se calcula que un programa de FDA / FOQA tardará

aproximadamente 12 meses en alcanzar la fase operativa y otros 12 meses en poder evaluar con exactitud los beneficios en cuanto a seguridad y costos⁵⁰.

Para la planificación y preparación se recomienda la siguiente secuencia:

4.5.1. Fase De Preparación

- Establecer una junta directiva, implicando desde el principio a la asociación de pilotos.
- Definir el objetivo
- Identificar a los participantes y beneficiarios.
- Elegir el programa.
- Seleccionar el personal especializado.
- Definir los parámetros de eventos.
- Negociar un acuerdo con los sindicatos de pilotos.
- Lanzar el FOQA⁵¹.

Observando la secuencia de pasos anterior, para la Fuerza Aérea se podrían abreviar pasos tales como la asociación de pilotos y negociar un acuerdo con los sindicatos de pilotos. Estos dos pasos permitirán ahorrar un tiempo considerable en la implementación del programa. Esto no quiere decir que no se tenga en cuenta la opinión de los pilotos, y mucho menos que se descuide la protección jurídica del programa, que es fundamental para su buena implementación, que es el paso siguiente:

4.5.2. Fase de implementación

- Establecer y verificar los procedimientos de seguridad.
- Instalar los equipos.

⁵⁰ OACI – Organización de la Aviación Civil Internacional (2006). “Manual de Gestión de la Seguridad Operacional” Capítulo 16 Operaciones de Aeronaves. Página16-3 {En línea}, Disponible en: http://www.icao.int/icaonet/dcs/9859/9859_1ed_es.pdf (citado el 17 de Septiembre de 2009).

⁵¹ FSF –Flight Safety Foundation (2001) “Manual de Seguridad de Vuelo para Operadores” Sección 3 Actividades del Programa de Seguridad, parágrafo 3.8 Captura y análisis de los datos FOQA, página 30 {En línea}, Disponible en: http://www.flightsafety.org/gain/OFSH_espanol.pdf (citado el 15 de Septiembre de 2009)

- Entrenar el personal.
- Comenzar a analizar y validar los datos ⁵²

4.5.3. Equipo necesario para un programa FDA – FOQA

Actualmente existen varias empresas que ofrecen diversidad de equipos (hardware) y sistemas de información (software) necesarios para la implementación de un programa de análisis de datos de vuelo. Sin embargo el equipo requerido se puede agrupar en cuatro grupos así:

- Dispositivo de a bordo para capturar y registrar datos de una amplia gama de parámetros en vuelo (tales como altitud, velocidad aerodinámica, rumbo, actitud de la aeronave y configuración de la aeronave).
- Un medio para transferir los datos registrados a bordo de la aeronave a una estación de procesamiento basada en tierra. Anteriormente, esto suponía quitar físicamente del registrador de acceso rápido (QAR) la unidad de memoria (en cinta, disco óptico o estado sólido). Para reducir el esfuerzo físico requerido, los últimos métodos de transferencia emplean tecnologías inalámbricas.
- Un sistema de computadoras basado en tierra (que emplea soporte lógico especializado) para analizar los datos (desde datos de un solo vuelo hasta datos globales), identificar desviaciones de la performance esperada, generar informes para ayudar a interpretar los datos extraídos, etc.
- Soporte logístico opcional con una función de animación de vuelos para integrar todos los datos, presentándolos como una simulación de condiciones en vuelo, facilitando así la visualización de los sucesos reales⁵³.

⁵² Ibid, página 30.

⁵³ OACI – Organización de la Aviación Civil Internacional (2006). “Manual de Gestión de la Seguridad Operacional” Capítulo 16 Operaciones de Aeronaves. Página16-8 {En línea}, Disponible en: http://www.icao.int/icaonet/dcs/9859/9859_1ed_es.pdf (citado el 17 de Septiembre de 2009).

4.5.4. EL PROGRAMA FDA – FOQA Y LOS COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN

Los costos de la implementación de un programa dependen de varios factores, como el alcance del programa, la clase de software a adquirir que ofrece más o menos variables así como posibilidades de animación e integración con otros programas de protocolos abiertos, la cantidad y tipo de licencias, la clase de QAR que se piensa adquirir, en fin, todos estos requerimientos se deben definir por la organización para luego escoger la propuesta que más se adapte a sus necesidades. Sin embargo, los siguientes factores son los que abarcan la mayoría de los costos de un programa FDA:

- Costos de instalación;
- Costos de instrucción;
- Costos de actualización del soporte logístico (a menudo incluidos en los contratos de mantenimiento)
- Derechos de licencia de otro soporte lógico que pueda ser necesario⁵⁴.

Los siguientes cuadros muestran los costos generales, los ahorros y los ahorros netos después de hacer el ejercicio entre los datos de los costos menos los ahorros de la implementación de un programa FDA – FOQA por una aerolínea comercial, en un tiempo de un año.

El estudio de costo – beneficio estima que las aerolíneas reducirán los gastos en combustible y mantenimiento, así como también reducirán el número de accidentes e incidentes en el tiempo, evitando los costos asociados a estos⁵⁵.

⁵⁴ Ibid, página 16-16.

⁵⁵ Flight Safety Foundation FSF (2008). “Aviation Safety: US efforts to implement FOQA programs” Flight Safety Digest July – September 2008. Páginas 5{En línea}, Disponible en: http://www.flightsafety.org/fsd/fsd_jul-sept98.pdf. (citado el 23 de Septiembre de 2009).

Tabla 3. Costo total de implementación del programa.

| COSTO TOTAL DE UN PROGRAMA FDA – FOQA POR TAMAÑO DE FLOTA | | | |
|--|---------------------|---------------------|----------------------|
| | 15 AERONAVES | 50 AERONAVES | 100 AERONAVES |
| Costo Equipo | \$98,500 | \$259,000 | \$492,000 |
| Costo Personal | \$385,000 | \$500,000 | \$775,000 |
| Costo Total Annual | \$483,500 | \$759,000 | \$1,267,000 |

Nota: Los costos son mostrados en dólares. El costo de los Equipos está basado en el precio pagado a los vendedores en el proyecto de demostración de FOQA. Para anualizar las figuras, el costo del equipo ha sido distribuido en un periodo de 5 años. Los costos de personal están basados primariamente en los estimados para la administración, análisis, monitoreo y de ingeniería del FOQA, de una aerolínea participando en el proyecto de demostración.⁵⁶

Fuente: Flight Safety Foundation

Tabla 4. Ahorros totales con el programa implementado

| AHORROS TOTALES DE UN PROGRAMA FDA – FOQA POR TAMAÑO DE FLOTA | | | |
|--|---------------------|---------------------|----------------------|
| | 15 AERONAVES | 50 AERONAVES | 100 AERONAVES |
| Ahorro en Combustible | \$145,800 | \$486,000 | \$972,000 |
| Ahorro en motores | \$300,000 | \$1,000,000 | \$2,000,000 |
| Ahorro en seguridad | \$49,500 | \$165,000 | \$330,000 |
| Total Ahorros Anuales | \$495,300 | \$1,651,000 | \$3,302,000 |

NOTA: Los ahorros son mostrados en Dólares. Los ahorros de combustible y motores fueron estimados en la base de discusión con una aerolínea participando en el proyecto de demostración de FOQA. Los ahorros en seguridad fueron estimados en la base de información de una aerolínea Europea con un programa FOQA a largo plazo. Los ahorros estimados fueron también basados en el estimado de 3,000 horas de vuelo por aeronave por año⁵⁷.

Fuente: Flight Safety Foundation

En la siguiente tabla se pueden apreciar tanto los costos generales de implementación de un programa FDA – FOQA, como los ahorros generados por el programa en un tiempo de un año, y dependiendo del número de aeronaves con que cuente la organización. No fue posible encontrar información respecto a los costos y ahorros generales en una organización militar, aunque si se encontraron suficientes ejemplos de ahorro en costos y accidentes.

⁵⁶ Ibid, página 5

⁵⁷ Ibid, página 6

Tabla 5. Ahorros netos posterior a la implementación del programa

| AHORROS NETOS DEL PROGRAMA ANUAL FDA - FOQA | | | |
|---|-----------------|------------------|--------------------|
| | 15 AERONAVES | 50 AERONAVES | 100 AERONAVES |
| Costos Totales Anuales | \$483,500 | \$759,000 | \$1,267,000 |
| Ahorros Totales Anuales | \$495,300 | \$1,651,000 | \$3,302,000 |
| Ahorro Total Neto | \$11,800 | \$892,000 | \$2,035,000 |

Nota: Los costos son mostrados en dólares⁵⁸.

Fuente: Flight Safety Foundation.

El documento también menciona que la principal característica que distingue a FOQA sobre otros programas de seguridad, es que FOQA provee información objetiva, datos cuantitativos de lo que ocurre en los vuelos, más que los reportes subjetivos de los individuos. Esta información puede ayudar a evaluar objetivamente un amplio rango de aspectos de seguridad⁵⁹.

También es prudente aclarar que aunque los costos pueden ser considerados elevados, especialmente por los departamentos financieros y los directivos, se podría pensar como en una inversión que a futuro podría resultar invaluablemente favorable al poder evitar accidentes. A continuación se transcribe un aparte del Manual de la Gestión de Seguridad Operacional de la OACI:

“Los economistas generalmente ven el Departamento de Seguridad de vuelo como un ente que no contribuye en nada a la rentabilidad de un operador, sino que, por el contrario, cuesta mucho dinero. **Aunque se puedan obtener beneficios monetarios con la introducción de un programa FOQA, su contribución más importante consiste en aumentar substancialmente la seguridad de vuelo**”⁶⁰.

⁵⁸ Ibid, página 6

⁵⁹ Ibid, página 5

⁶⁰ FSF –Flight Safety Foundation (2001) “Manual de Seguridad de Vuelo para Operadores” Sección 3 Actividades del Programa de Seguridad, parágrafo 3.8 Captura y análisis de los datos FOQA, página 31 {En línea}, Disponible en: http://www.flightsafety.org/gain/OFSH_espanol.pdf (citado el 15 de Septiembre de 2009).

4.6. EL SMS INTEGRADO CON EL FDA – FOQA

El SMS (Safety Management System – Sistema de Administración de Seguridad) es un elemento de responsabilidad que define la política de seguridad de una organización y establece como intenta administrar la seguridad como una parte integral de la misma. El SMS incluye una visión corporativa, emanada desde la junta directiva y con alcance a todos los departamentos de la organización que contribuyan al desempeño de la seguridad⁶¹.

Integrar el programa FDA con otros sistemas de supervisión de la seguridad operacional en un SMS coherente aumentará los beneficios posibles. La información de seguridad operacional obtenida de otros programas del SMS da contexto a los datos FDA. A su vez, el FDA – FOQA puede proporcionar información cuantitativa para apoyo de investigaciones que de otra manera se basarían en informes subjetivos menos fiables⁶².

Aunque en la Fuerza Aérea Colombiana no se esté desarrollando un SMS, si es cierto que la Gestión de Seguridad Aérea ha dado grandes pasos y actualmente cumple con varios de los requisitos o pasos necesarios para calificar como una organización con SMS. El programa de FDA – FOQA es un requerimiento para que una empresa sea certificada en SMS por todas las ventajas que brinda; es como una garantía de que el SMS va a tener un soporte de información, de bases de datos, de análisis y valoración de riesgos, de soporte para toma de decisiones, de cultura en seguridad y de gestión.

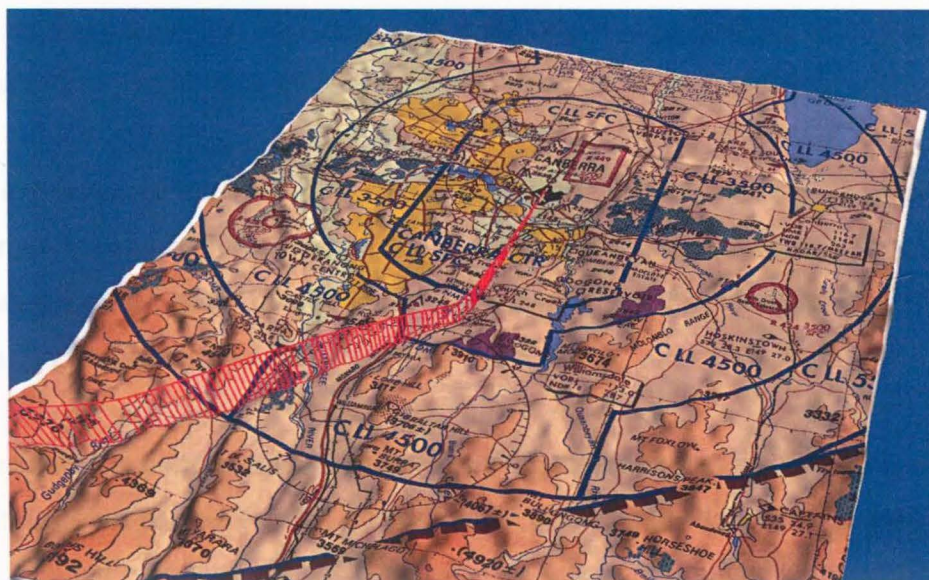
⁶¹ Civil Aviation Authority (2003) – CAA- Safety Regulation Group. “CAP 739 Flight Data Monitoring: A Guide to a Good Practice” Capítulo 4 FDM dentro de un SMS. Página 4-1. {En línea}, Disponible en: www.caa.co.uk, (Citado el 12 de Agosto de 2009).

⁶² OACI – Organización de la Aviación Civil Internacional (2006). “Manual de Gestión de la Seguridad Operacional” Capítulo 16 Operaciones de Aeronaves. Página16-13 {En línea}, Disponible en: http://www.icao.int/icao/net/dcs/9859/9859_1ed_es.pdf (citado el 17 de Septiembre de 2009).

4.7. GIS SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOREFERENCIADA Y EL FDA – FOQA

El sistema de información georeferenciada es una herramienta que está al alcance de una organización para ayudar a los propósitos de la misma. La Misión del Radar Topográfico (SRBM) fue producir datos digitales de elevación del terreno para el 80% de la superficie de la tierra. Combinado la elevación digital del terreno con mapas topográficos o imágenes de Google Earth, puede ser altamente efectiva la superposición de la trayectoria de una aeronave⁶³.

Figura 12 La trayectoria de vuelo de una aeronave en un GIS.



Fuente:http://asasi.org/papers/2007/The_Evolution_of_Flight_Data_Analysis_Neil_Campbell.pdf⁶⁴

En la figura 12 se puede apreciar la superposición de la trayectoria de vuelo de una aeronave sobre un mapa digital con la información de los datos de vuelo.

⁶³ Campbell, Neil. "The Evolution of Flight Data Analysis". {En Línea}. Disponible en: http://asasi.org/papers/2007/The_Evolution_of_Flight_Data_Analysis_Neil_Campbell.pdf, Página 21. (citado el 14 de Septiembre de 2009).

⁶⁴ Campbell, Neil. "The Evolution of Flight Data Analysis". {En Línea}. Disponible en: http://asasi.org/papers/2007/The_Evolution_of_Flight_Data_Analysis_Neil_Campbell.pdf, Página 22. (citado el 14 de Septiembre de 2009).

Así mismo, si la Comisión Colombiana del Espacio cumple su objetivo de lanzar un satélite al espacio, se podrá disponer de imágenes y mapas sobre los que se pueden superponer la trayectoria de una o mas aeronaves con la información descargada del programa FDA – FOQA⁶⁵.

Todos los documentos encontrados coinciden en los enormes beneficios en prevención de accidentes, en cuanto a la generación de bases de datos, en el intercambio de información y en los demás beneficios para entrenamiento, operaciones y mantenimiento principalmente. Igualmente, aunque tenga unos costos considerables en su fase inicial, un programa de FDA claramente puede arrojar un retorno de la inversión en el mediano y largo plazo una vez este implementado; puede ahorrar costos en toda la organización, optimizar y mejorar el entrenamiento y sobretodo, evitar los accidentes de un modo proactivo.

Para las empresas civiles, el FDA – FOQA significará tener más aeronaves disponibles por más tiempo, y para la Fuerza Aérea, la disponibilidad y alistamiento para una mayor capacidad del poder aéreo que se constituye en un valor considerable en situaciones de amenaza o agresión contra el Estado.

Finalmente, aparte de todas las ventajas y beneficios que se han planteado en este trabajo, es necesario hacer énfasis en algo que es simple pero que puede tener una gran relevancia para justificar un programa FDA. No es nada más que la posibilidad de cuantificar o medir en cierto modo, y con la información precisa, que tantas veces ha estado la organización en los factores de riesgo que podrían causar un accidente o incidente. Es muy difícil atreverse a convertir estos factores de riesgo en número de accidentes evitados, pero ciertamente, es una información que llega antes de que ocurra un evento que de otra forma sería muy complicado de obtener.

⁶⁵ CCE – Comisión Colombiana del Espacio – Grupo Observación de la Tierra. “Programa de Investigación en Desarrollo Satelital y Aplicaciones en el tema de Observación de la Tierra” {En Línea}. Disponible en: http://www.cce.gov.co/c/document_library/get_file?uuid=aa5c7e64-1384-47df-b484-6c3e9f027edd&groupId=10711. (Citado el 25 de Septiembre de 2009).

5. MARCO INSTITUCIONAL.

En el presente marco institucional se iniciará mencionando cómo está organizado el sistema de seguridad aérea de la Fuerza Aérea, y seguidamente, se describirán los programas PESA y PREVAC los cuales son las bases y subprogramas sobre los que se soporta la seguridad aérea y finalmente se incluirán las debilidades y fortalezas de los mismos.

La Fuerza Aérea Colombiana recientemente reorganizó el sistema de gestión en seguridad aérea con la Disposición N° 07 del 22 de Octubre de 2007, por la cual se estructuran las dependencias de la Fuerza Aérea y las tablas de organización y equipo (TOE) correspondientes, aprobadas mediante la Disposición FAC N° 003 del 13 de Diciembre de 2001; Artículo 4, Numeral e)

“Se reorganiza el Departamento de Seguridad Aérea e Industrial como Departamento de Investigación de Accidentes en la Inspección General de la Fuerza Aérea IGEFA; la Prevención de Accidentes Aéreos asignada al Segundo Comando de la FAC y Jefe de Estado Mayor Aéreo como Departamento de Seguridad Aérea; la Seguridad Industrial es asignada a la Jefatura de Desarrollo Humano como Salud Ocupacional, y Recuperación de Personal es asignada a la Jefatura de Operaciones Aéreas JOA”⁶⁶.

Anteriormente a esta resolución la Seguridad Aérea dependía organizacionalmente de IGEFA (Inspección General de la Fuerza Aérea) y estaba dividida en PREVAC (Prevención de Accidentes) e INVAC (Investigación Accidentes). Con la nueva organización, PREVAC pasó a depender del Segundo Comando de la Fuerza Aérea JEMFAC e INVAC continuó dependiendo de IGEFA.

⁶⁶ COLOMBIA. FUERZA AEREA COLOMBIANA. Disposición N° 07 de 22 de Octubre de 2007. Bogotá: FAC, 2007.

La sección de INVAC es la encargada de investigar los eventos de seguridad aérea que se presenten dentro de la misma, para luego emitir sus conclusiones y recomendaciones a nivel institucional para la implementación de las mismas.

PREVAC como ya es claro se encarga de prevención de los eventos de seguridad aérea por medio de subprogramas y el Plan Estratégico de Seguridad Aérea PESA, que es una guía en cuanto a la proyección de seguridad en la Fuerza Aérea en el futuro.

5.1. EL PLAN ESTRATÉGICO DE SEGURIDAD AÉREA (PESA)

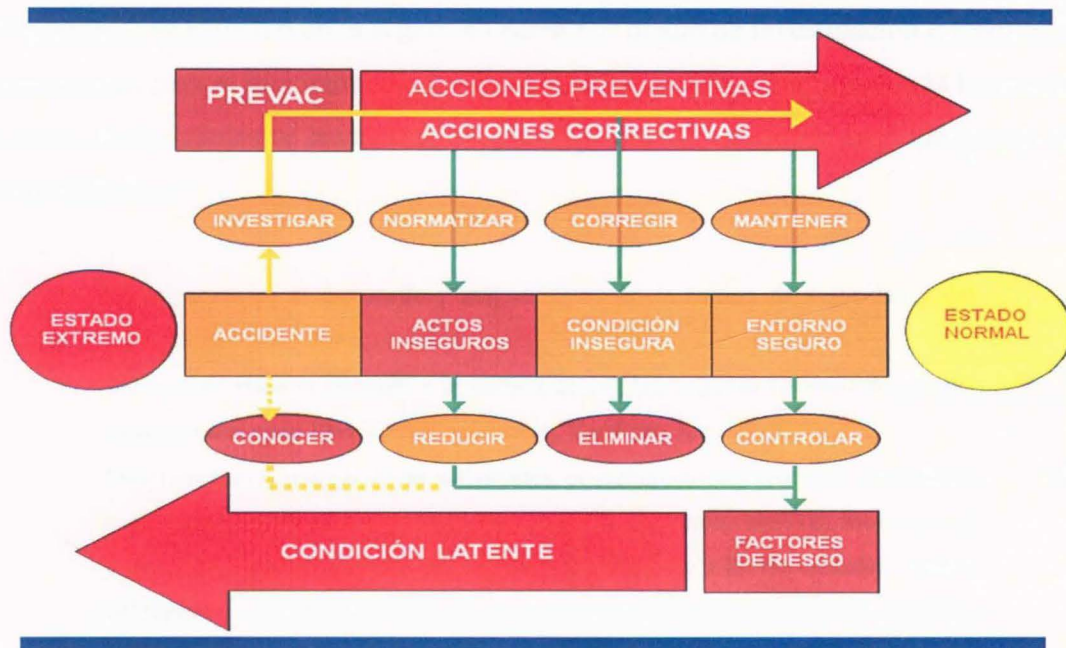
El PESA es un documento que esta basado en las experiencias propias de la Fuerza Aérea Colombiana y ha generado la doctrina que soporta el mejoramiento continuo que se necesita para cumplir el objetivo específico de la seguridad aérea de “Preservar valiosos recursos” a través de la capacidad de análisis, los procesos claves y en los proyectos e iniciativas estratégicas⁶⁷.

La Fuerza Aérea ha planteado un modelo que muestra la gestión de la seguridad aérea en tres niveles: Reactivo por medio de la investigación de accidentes, proactivo con los PREVAC y la gestión del riesgo ORM, predictivo con la evaluación de desempeño con trabajo de campo y auditorias. La funcionalidad del modelo pretende mantener el estado normal en las áreas funcionales para el cumplimiento de la misión institucional minimizando los factores de riesgo⁶⁸.

⁶⁷ COLOMBIA. FUERZA AEREA COLOMBIANA. Plan Estratégico Institucional. PESA. Bogotá: FAC, 2007.

⁶⁸ Ibid, página 09

Figura 13 Flujo-grama en Procesos de Seguridad Aérea



Fuente: Plan Estratégico De Seguridad Aérea -PESA - FAC. 2007 - 2019.

La figura 13 es el modelo funcional que presenta el despliegue de actuación de la FAC frente a los factores de riesgo, dividida en tres niveles. Reactivo (investigación de accidentes), Proactivo (PREVAC – Gestión del Riesgo) y Predictiva con la evaluación de desempeño.

El plan estratégico de seguridad aérea se dinamiza a través de los principios y responsabilidades, estos dan el fortalecimiento a la cultura de seguridad con ética y calidad para el mejoramiento continuo.

Estos principios hacen parte integral de la política de seguridad y concuerdan con las expectativas que tiene el Estado, la sociedad y la institución para ser eficientes, por lo

tanto, la Fuerza Aérea como unidad rectora proyecta su liderazgo en el ámbito aeronáutico al incrementar su esfuerzo en la seguridad aérea por medio de investigación e innovación⁶⁹. Los principios para el mejoramiento continuo que ayuda a la proyección de la Fuerza Aérea son ocho, de los cuales se enumeran los que impactan directamente en el programa objeto de esta investigación:

- Participación en el desarrollo y mejoramiento de la cultura de seguridad y del reporte.
- Enfoque de sistema alineado a la gestión de calidad y demás sistemas de gestión basados en el ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar).
- Mejoramiento Continuo de las actividades, procedimientos y procesos que ayudan a la seguridad aérea a través de capacitación, medición, análisis, monitoreo y evaluación constante, adquisición de tecnología acorde a las necesidades, cultura del reporte.
- Enfoque basado en hechos para la toma de decisiones con estrategias, metas e indicadores que se alinea con el mejoramiento continuo.
- Conservación de la vida humana involucrando la preservación de aeronaves, equipos, infraestructura, tecnología y la capacidad instalada⁷⁰.

Siguiendo con el análisis la institución establece ciertas responsabilidades para el logro de los objetivos propuestos, en este caso la seguridad aérea y en el plan estratégico se han dividido en cuatro áreas.

- Definición de Políticas hacia la seguridad Aérea.
- Asignación de recursos para la gestión en seguridad aérea.
- Establecimiento de las normas y reglamentos que rigen la gestión en seguridad aérea.
- Promoción del desarrollo y mejoramiento de la cultura de seguridad aérea de la Fuerza Aérea⁷¹.

⁶⁹ Ibid, página 12.

⁷⁰ Ibid. Páginas 12,13 y 14

⁷¹ Ibid. Página 14

Al formular el plan estratégico de seguridad aérea se establece un direccionamiento estratégico en donde involucra la política de seguridad, la misión, visión, objetivos y líneas de acción estratégica para el logro de los objetivos, pero para llegar a esto se realizó un diagnóstico donde se establecieron las debilidades y fortalezas en el ambiente interno y las amenazas y oportunidades en el externo.

- Este análisis para el trabajo determina varios factores comunes que ayudaron a establecer las recomendaciones pertinentes. Los factores externos que se tuvieron en cuenta para el diagnóstico son el factor económico, factor político, factor tecnológico.
- En el factor económico se tiene en cuenta el comportamiento de la economía tanto a nivel nacional como a nivel internacional ya que la aviación es el medio de transporte más veloz y para cumplir su cometido se debe realizar actualización de infraestructuras que requiere de recursos económicos para mantenerse y actualizarse, así como el implementar nuevas tecnologías va ligado a su costo.
- El factor político para la Fuerza Aérea afecta en el momento actual debido al cumplimiento de las políticas del sector defensa que al incrementar sus operaciones, manteniendo su disponibilidad y adquirir la capacidad de operar veinticuatro horas, incrementa los factores de riesgo humanos al crear cansancio, estrés y otras situaciones que aumentan el CFIT el cual debe ser monitoreado y tener una trazabilidad.
- El factor tecnológico influye al ser la aviación un área de constante evolución, se generan cambios permanentes, la actualización de la información debe ser adquirida y asimilada para de esta manera disminuir el grado de amenaza que genera el volar con mayor frecuencia.
- Para el análisis interno se plantea el impacto que se tiene en los problemas del hombre en donde se identifican situaciones como la motivación, los errores personales, el perfil profesional; problemas en la educación y capacitación que muestra las limitaciones en la formación del talento humano de la institución; problemas del individuo como tal en donde el ego y la conducta son factores de

riesgo; problemas en la maquina o equipos reflejados en el mantenimiento, procedimientos mal aplicados, ausencia de seguimiento y análisis de fallas, falta de trazabilidad entre otros; problemas del medio o entorno identificados en el medio ambiente, sitio de trabajo; problemas de gestión y administración en el cual los errores son de planeación y supervisión⁷².

Algo muy importante del PESA es que identifica las debilidades para la Gestión en Seguridad Aérea, y son un punto de partida y apoyo de un programa de monitoreo de datos de vuelo. A continuación se describen las debilidades:

- Organización para la gestión
Se necesitan alianzas estratégicas con las áreas de apoyo y misionales para fortalecer los programas de prevención y gestión del riesgo.
- Sistema de Gestión en Prevención y Gestión de Riesgos
El PREVAC es el centro de gravedad para la prevención de accidentes y necesita compromiso y participación, así como supervisión e innovación.
- Compromiso de la Alta Dirección
Sin el compromiso de los directivos en todos los niveles es imposible lograr una gestión en seguridad aérea.
- Programas Educativos
Falta un direccionamiento en cuanto a la educación del personal en todas las áreas de seguridad.
- Gestión de Competencias en el Talento Humano de Seguridad Aérea
De todo el personal capacitado en Seguridad Aérea, solo 40 están directamente involucrados en su gestión. Se necesita mejorar la gestión de personal de seguridad.
- Investigación de Accidentes y Desarrollo de Líneas de Investigación
Hay investigaciones que no se terminan por falta de herramientas tecnológicas y de capacitación. Falta gestión en recolección y análisis de datos, no hay líneas propias de investigación y hay una brecha tecnológica que no permite avanzar.

⁷² Ibid, Páginas 14 a 17 y 24 a 27.

- Gestión del Conocimiento, Gestión de la Tecnología y Gestión de la Información.

La reestructuración y estandarización de los programas de prevención de accidentes crea la necesidad de alimentar la información con cifras y datos que reflejen de alguna manera la gestión cumplida y los resultados alcanzados.

- Recuperación de Personal

Es un área crítica que está siendo reestructurada ya que hasta el año 2006 sólo contaba con grupos de búsqueda y rescate⁷³.

Finalmente, en el PESA se plantean líneas de acción para cumplir con el objetivo institucional N° 1 de “*Fortalecer la capacidad operacional para ejercer y mantener el dominio del espacio aéreo, disuadir la amenaza y derrotar al enemigo*”⁷⁴ por medio de dos líneas de acción estratégica:

- Identificación y eliminación de los factores y conductas de riesgo
- Preservar los recursos aéreos⁷⁵

Así mismo, para cumplir con estas líneas de acción estratégica se ha definido el siguiente objetivo para el lapso 2007 – 2019:

“Fortalecer la cultura de seguridad aérea a través de la gestión en prevención, gestión del riesgo, desarrollo de líneas de investigación y supervisión, para reducir los índices de EVESA y preservar la capacidad operativa de la FAC”⁷⁶.

⁷³ Ibid, páginas 19 a 23.

⁷⁴ Ibid página 29

⁷⁵ Ibid página 30

⁷⁶ Ibid página 30

Para cumplir este objetivo se establecen ocho (8) acciones estratégicas, cada una con tareas y subtareas que se pueden encontrar en el documento anexo, ya que explicarlas dentro de este trabajo de investigación significaría una extensión significativa del mismo.

Sin embargo, es necesario resaltar como positivo, que el PESA desde el objetivo institucional hasta las tareas menores habla de la necesidad de una mejor gestión con herramientas que permitan medir, prevenir, actualizar datos y programas e investigar los accidentes, reforzar los programas de prevención, culturizar al personal y contar con medios que puedan hacer medible la gestión de seguridad.

Todas estas variables y otras más las puede cumplir un programa de análisis / monitoreo de datos de vuelo complementado con otros sistemas de gestión. Es claro que actualmente, la Fuerza Aérea adolece de herramientas que le permitan establecer las causas de los accidentes y evase, también que es difícil establecer un sistema de evaluación y valoración de riesgos que le permita establecer o cambiar líneas de acción para reducir o prevenir los accidentes por causa de los riesgos encontrados y que un programa de estas características puede alimentar todo el sistema de prevención e investigación de accidentes.

5.2. PREVENCIÓN DE ACCIDENTES - PREVAC

El programa de Prevención de Accidentes de la Fuerza Aérea Colombiana, cuenta con quince subprogramas de prevención que inciden en diferentes áreas de la Fuerza Aérea, como son las operaciones de vuelo, mantenimiento, seguridad aérea, recursos humanos, a continuación se describen brevemente cada uno de estos programas⁷⁷:

5.2.1. Seguridad en operaciones de vuelo

⁷⁷ COLOMBIA. FUERZA AEREA COLOMBIANA (2009). Directiva Transitoria COFAC- JEMFA-IGEFA-387, "PLAN DE ACCION DE SEGURIDAD AEREA DE LA FUERZA AEREA COLOMBIANA 2008 (PREVAC).

Consiste en la prevención de accidentes de vuelo relacionados directamente con las operaciones aéreas

5.2.2. BASH.

Consiste en la prevención de accidentes por impacto contra aves y fauna silvestre.

5.2.3. Prevención M.A.C.A / U.A.V.S

Consiste en la prevención de accidentes en vuelo entre dos aeronaves y la operación de aeronaves no tripuladas.

5.2.4. Prevención accidentes en rampa

Actividades orientadas a la prevención de accidentes e incidentes a las aeronaves durante su rodaje, parqueo y en general movimiento en rampas.

5.2.5. Prevención incursiones en pista

Prevenir incursiones en pistas por factores humanos de la tripulación, de los controladores aéreos y/o condiciones meteorológicas.

5.2.6. Prevención mercancías peligrosas

Actividades orientadas a evitar un accidente causado por el mal uso, transporte y manipulación de mercancías peligrosas.

5.2.7. Control y calidad en mantenimiento

Consiste en las acciones preventivas para garantizar la preeficiencia en el recurso humano que desarrolla el mantenimiento aeronáutico.

5.2.8. Control y calidad en abastecimientos

Consiste en la detección, evaluación e implantación de mecanismos de intervención sobre los factores de riesgo que afectan el proceso de abastecimientos aeronáuticos.

5.2.9. Prevención por F.O.D Consiste en la prevención de accidentes por daños causados por un objeto que no es parte integral de la aeronave o el motor, y es absorbido causando daños totales o parciales a este mismo u otros componentes, haciendo insegura la operación de vuelo.

5.2.10. Seguridad en armamento aéreo

Acciones encausadas a atacar las causas de los riesgos encontrados, ya sea en el operador, en el medio o en la fuente de operación y mantenimiento de los sistemas de armamento aéreo.

5.2.11. Seguridad en entrenamiento de vuelo

Diseña los perfiles de los instructores de vuelo de igual forma para todos los cargos identificados en el manual de procedimientos y requisitos para las tripulaciones de la FAC, detectando los posibles factores de riesgo.

5.2.12. Prevención de accidentes por C.F.I.T / A.L.A.R /C.R.M /M.R.M

Busca prevenir las causas de accidentes por factor humano envueltos en el C.F.I.T y accidentes ocurridos durante la aproximación y aterrizaje A.L.A, en procesos de operaciones de vuelo, instrucción y entrenamiento y vuelos de comprobación y mantenimiento en el cumplimiento de las funciones y misiones típicas de la Fuerza Aérea Colombiana.

5.2.13. Reportes de riesgo operacional (I.R.O)

Es una descripción de los errores de personal, las deficiencias observadas en las operaciones, en el material o instalaciones.

5.2.14. Programa premios e incentivos

Reconocer a todas las tripulaciones de vuelo y personal inmerso en la planeación, desarrollo, seguimiento y evaluación de las operaciones aéreas el esfuerzo y desarrollo de actos sobresalientes en administración de riesgos, acciones inseguras y condiciones inseguras para fortalecer la capacidad de prevenir accidentes aéreos.

5.2.15. Prevención por factores humanos

Prevenir eventos que vulneren la integridad de las personas o pongan en riesgo el éxito de las operaciones aéreas.

De acuerdo con los anteriores subprogramas se puede evidenciar claramente que el programa FOQA / FDA se enfocaría en varios de los subprogramas de prevención de accidentes de la FAC, así:

- El programa CFIT / ALA ya que los accidentes relacionados con estos dos factores son casi la mitad del total de los accidentes como ya se ha expuesto anteriormente.
- Seguridad en operaciones de vuelo, por cuanto se podrían monitorear ciertos estándares o SOP's para verificar su cumplimiento por parte de las tripulaciones.
- Control y calidad en mantenimiento, por cuanto se podría maximizar esta herramienta para ayudar a prevenir fallas, a determinar las fallas más rápidamente (troubleshooting), al ahorro en mantenimientos innecesarios.
- Seguridad en entrenamiento de vuelo; este programa puede impactar enormemente en mejorar el entrenamiento al tener la posibilidad de revisar los datos de la aeronave después de cada entrenamiento como parte del debriefing.

- Reporte de riesgo operacional, se complementa perfectamente con este programa al poder analizar si un factor de riesgo reportado por medio de un IRO tiene la categoría de riesgo o no, y al mismo tiempo verificar en cuantos valores se excedió un determinado parámetro.

5.3. RESUMEN DE ANÁLISIS DE PERDIDAS FAC 2003 – 2008 Y PROYECCIONES FUTURAS

Este documento realizado por el Departamento de Seguridad Aérea de la Fuerza Aérea en el año 2008 es muy interesante porque hace un análisis de la accidentalidad de la Fuerza teniendo en cuenta la cartilla de accidentalidad previamente tratada, y continúa con una proyección de lo que podría pasar para el año 2010 si la tendencia continúa. Por otro lado, también se encuentra una oportunidad de mejoramiento con un programa de FDA – FOQA, con el que se podrían atender la mayoría de las necesidades en cuanto a la gestión de la seguridad.

El documento divide la información en cuatro partes.

- Presentación de hechos y datos pasados (2003 – 2007)
- Mediciones y comprobaciones realizadas (2003 – 2008)
- Proyecciones (2008 – 2009)
- Acciones recomendaciones y recursos requeridos⁷⁸

En resumen, se presentan los siguientes datos estadísticos que han sido el producto de un análisis con todos los datos entre el año 2003 a 2008:

- La Fuerza Aérea Colombiana en vuelo entre 59.000 y 95.000 horas al año; es decir, un promedio de 216 horas de vuelo por día.
- Pierde un tripulante cada 19.000 horas de vuelo o en un promedio de 87 días.

⁷⁸ COLOMBIA. FUERZA AEREA COLOMBIANA (2008). Departamento de Seguridad Aérea FAC. “Análisis de pérdidas FAC 2003 -2 2008 y Proyecciones Futuras”.

- Pierde una aeronave cada 24.000 horas de vuelo o cada 110 días
- Tiene un Evento de Seguridad cada 680 horas de vuelo o cada 3 días.
- Pierde 103 millones de pesos cada día a causa de Eventos de Seguridad.
- Tiene cada día 4.3 aeronaves no disponibles por Eventos de Seguridad⁷⁹.

La proyección para los años 2009 – 2010 teniendo en cuenta los datos anteriores se presenta en el cuadro 6 vislumbrando los eventos de seguridad y los estimativos de pérdidas⁸⁰.

Tabla 6 Proyecciones de seguridad 2009-2010

| Proyecciones | 2009 | 2010 |
|----------------------------|-----------------|-----------------|
| Eventos de Seguridad | 138 | 140 |
| Estimado pérdida de vidas | 09 | 10 |
| Pérdida Aeronaves | 05 | 06 |
| Pérdida Económica | 47.932 Millones | 48.721 Millones |
| Estimado No Disponibilidad | 2.633 días | 3.928 días |

Fuente: Departamento de Seguridad Aérea, Fuerza Aérea Colombiana

Tomando los datos que nos refleja no solo lo material si no también las vidas humanas se consolidan un total de pérdidas así:

- 22 vidas
- 18 Aeronaves
- 204.812 millones de pesos
- 8.870 días de No disponibilidad de aeronaves
- 635 Eventos de Seguridad⁸¹

Las Pérdidas estimadas entre el 2009 / 2010 son:

⁷⁹ Ibid

⁸⁰ Ibid

⁸¹ Ibíd

- 19 Vidas
- 11 Aeronaves
- 96.600 Millones de pesos
- 6.561 días de No disponibilidad de aeronaves
- 278 Eventos de Seguridad.⁸²

Teniendo en cuenta los datos anteriores, el documento presenta las siguientes acciones recomendadas y recursos requeridos:

- Sistema de Información para Gestión de Seguridad Aérea u cultura del reporte
- Recursos para Gestión en Seguridad Aérea
- Estructuración y Desarrollo de Proyecto de Gestión de Riesgo.
- Continuidad en Apoyo y Recursos para el Plan Estratégico Seguridad Aérea FAC 2007 – 2019⁸³.

Con los datos y las proyecciones que se muestran en el análisis anterior, sumado con el análisis a los documentos PESA y PREVAC, se puede apreciar que se ha perdido una apreciable cantidad de recursos humanos y materiales. Así mismo, y teniendo en cuenta las casi 90 aeronaves que la Fuerza Aérea está adquiriendo desde el 2008 hasta el 2010, es muy importante tener en cuenta las recomendaciones para la gestión de Seguridad Aérea presentadas en el análisis de pérdidas y proyecciones futuras.

El programa FDA – FOQA tiene las capacidades de impactar en todas las cuatro recomendaciones que se plantean y sobretodo en la reducción de la accidentalidad para preservar el recurso humano y material, especialmente ahora que la Fuerza Aérea está creciendo en todo sentido.

⁸² Ibid

⁸³ Ibid

Adicionalmente, un programa de monitoreo de datos puede cruzar y analizar toda la información recogida para arrojar datos, parámetros y tendencias que antes no se hayan podido identificar, o que no se hayan podido medir juiciosamente. Además, se constituye en una valiosa base de datos sobre la cual se puedan tomar decisiones gerenciales.

5.4. SISTEMA DE GESTIÓN DE INFORMACIÓN DE SEGURIDAD DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA (SIGSA) Y EL PROGRAMA FDA / FDM / FOQA.

El Sistema de Información de Gestión en Seguridad Aérea de la Fuerza Aérea Colombiana (S.I.G.S.A), es el Conjunto de medios que permiten recolectar, clasificar, integrar, procesar, almacenar y difundir información interna y externa inherente a Seguridad Aérea que la organización necesita para soportar la toma de decisiones de forma efectiva.

El S.I.G.S.A. como herramienta de control permite optimizar los procedimientos de Seguridad Aérea generando y distribuyendo datos e información del Sistema de Aviación de la Fuerza Aérea Colombiana centrandolo su funcionalidad en apoyo a los objetivos de preservar los valiosos recursos (Capacidad Operativa de la Fuerza) y en identificar y eliminar los factores y conductas de riesgo⁸⁴.

El SIGSA se puede constituir en el medio por el cual se puede canalizar todo el flujo de información del programa FDA / FOQA, hacia el sistema de gestión de seguridad tanto para prevención como investigación de accidentes cumpliendo así con varias de las líneas de acción trazadas por el Plan Estratégico de Seguridad Aérea PESA como ruta estratégica para el 2019.

En el presente marco institucional se analizaron cuatro documentos importantes; los dos primeros tratan sobre la organización de la Fuerza Aérea para la gestión de Seguridad, que

⁸⁴ COLOMBIA. FUERZA AEREA COLOMBIANA (2009). Departamento de Seguridad Aérea."Proyecto para el Sistema de Gestión de Información de Seguridad de la Fuerza Aérea Colombiana"

son el PESA y el PREVAC. El tercero, es una proyección sobre la tendencia de accidentalidad en la Fuerza y sobre los requerimientos que se necesitan para mejorar la gestión en seguridad aérea. El cuarto, habla sobre un sistema de información que está en su fase de adquisición.

En estos cuatro documentos se puede apreciar un diagnóstico interno de la situación actual, de las amenazas y fortalezas y de las acciones que se están tomando para enfrentar los retos del futuro.

Un programa FDA – FOQA puede complementar la gestión en seguridad aérea en cuanto al PESA y PREVAC, alimentando con datos precisos, estadísticas, información detallada y organizada de todos los programas de prevención de accidentes.

Así mismo, puede incluirse dentro de la Investigación de Accidentes cuando sea posible recuperar los datos de vuelo. En cuanto al SIGSA, todos los datos analizados por un software pueden ser exportados a esta herramienta para mejorar su capacidad de analizar tendencias, procedimientos, bases de datos y muchos otros factores.

Finalizando, aunque existe toda una organización para la gestión de seguridad aérea y la gestión del riesgo, hace falta una inyección de tecnología que pueda ser aplicada a todos los planes de prevención que se tienen, planes en los que puede entrar un programa de FDA – FOQA para potencializar, para mejorar, para dar un salto en la gestión de seguridad, y en la identificación y manejo de los riesgos.

6. MARCO LEGAL

El presente marco legal se dividió en dos partes. La primera parte, relacionada con las reglamentaciones internacionales y nacionales respecto al dispositivo FDR (Flight Data Recorder); y posteriormente, las reglamentaciones existentes respecto a los programas de análisis / monitoreo de los datos de vuelo. En la segunda parte, se mencionarán las recomendaciones que existen respecto a la implementación de un programa FDA /FDM y la situación actual legal de estos programas.

Con estas normas se entenderá que en todos los Estados miembros de la OACI deben exigir a las empresas comerciales de aviación el uso de los dispositivos FDR; sin embargo, el programa de FDA / FDM todavía no está totalmente regulado en la aviación civil y en algunos Estados es obligatorio y en otros no lo es como es el caso de Estados Unidos y simplemente es una recomendación y motivación por parte del Estado y de la FAA para que las empresas implementen estos programas.

Para entender mejor las regulaciones aeronáuticas es necesario entender que las organizaciones internacionales a las que pertenecen los Estados signatarios son las que emiten las normas generales y los Estados deben adoptar estas normas y a su vez ser más restrictivos o exigentes, pero nunca estar por debajo de las normas exigidas a nivel internacional.

En este orden de ideas, los Estados se dan cuenta que es necesario tener regulaciones que permitan normatizar y procedimentar el uso del espacio aéreo para mantener seguridad y prevenir al máximo los accidentes. Por esto, se crea la OACI (Organización Aviación Civil Internacional) en aprobación al convenio de Chicago, convirtiéndose en ente regulador para la aviación a nivel internacional.

Las disposiciones son acogidas por los países integrantes del cual forma parte Colombia quien a través de nuestra legislación aprueba lo implementado a nivel internacional, por medio del Reglamento Aeronáutico Colombiano (RAC).

Así mismo, tanto las autoridades aeronáuticas de los estados, como las organizaciones y asociaciones de esta materia, y las aerolíneas comerciales, tienen entendida claramente la diferencia entre un requerimiento o regulación que es de carácter obligatorio, y una recomendación o práctica recomendada (SARP)⁸⁵, que no es de carácter obligatorio.

6.1. REGLAMENTACION SOBRE FLIGHT DATA RECORDER

A nivel internacional la Organización de la Aviación Civil Internacional (OACI) ha reglamentado el uso de los dispositivos FDR acorde al anexo 6 compilado en el literal siguiente.

6.1.1. OACI. Organización de la aviación civil internacional

Anexo 6 — Operación de aeronaves Parte II

18/11/10 3.6-6

Registadores de datos de vuelo — Aviones para los cuales se haya extendido por primera vez el certificado de aeronavegabilidad correspondiente el 1 de enero de 1989, o en fecha posterior.

Todos los aviones que tengan una masa máxima certificada de despegue superior a 27.000 kg estarán equipados con un registrador de datos de vuelo Tipo I.

Recomendación.— *Todos los aviones que tengan una masa máxima certificada de despegue superior a 5 700 kg y hasta 27 000 kg, inclusive, deberían estar equipados con un registrador de datos de vuelo de Tipo II.*

Registadores de datos de vuelo — Aviones para los cuales se haya extendido por primera vez el certificado de aeronavegabilidad correspondiente después del 1 de enero de 2005

Todos los aviones que tengan una masa máxima certificada de despegue superior a 5 700 kg. estarán equipados con un registrador de datos de vuelo de Tipo IA.

⁸⁵ SARP – Standard And Recommended Practice – Práctica Estándar y Recomendada

Registradores de la voz en el puesto de pilotaje — Aviones para los cuales se haya extendido por primera vez el certificado de aeronavegabilidad correspondiente el 1 de enero de 1987, o en fecha posterior⁸⁶.

6.1.2. Reglamento Aeronáutico Colombiano R.A.C.

El Reglamento Aeronáutico Colombiano, R.A.C en su parte cuarta “Normas de Aeronavegabilidad y Operaciones de Aeronaves”⁸⁷ subparte A, Capítulo I, numeral 4.2.6.5 Registradores de Datos de Vuelo (FDR) y Registradores de Voces de Cabina (CVR), reglamenta el uso y operación de estos dispositivos en las aeronaves que surcan el espacio aéreo Colombiano.

6.2. REGLAMENTACIÓN SOBRE PROGRAMA FDA / FDM / FOQA

Internacionalmente se encuentran varios documentos tanto de organizaciones como la OACI, la FAA, la EASA como de los departamentos de Defensa de Estados Unidos.

6.2.1. OACI. Organización de la Aviación Civil Internacional.

“OACI Anexo 6 Enmienda 26 Cap.3

Desde el 1 de Enero de 2005, un operador de una aeronave con más de 27 000 kg de masa máxima certificada de despegue debe establecer y mantener un programa de análisis de datos de vuelo como herramienta para toma de decisiones gerenciales y soporta el programa de prevención de accidentes.

⁸⁶ OACI. Organización de la Aviación Civil Internacional. Anexo 6 – Operación de aeronaves Parte II. {En Línea}, Disponible en:

<http://www.icao.int/ICDB/HTML/Spanish/Representative%20Bodies/Council/Working%20Papers%20by%20Session/159/C.159.WP.11284.sp/C.159.WP.11284.SP.HTM>.(citado el 18 de Abril de 2009).

⁸⁷ Reglamentos Aeronáuticos de Colombia RAC. Parte Cuarta, Capítulo I. {En Línea}, Disponible en: http://portal.aerocivil.gov.co/portal/pls/portal/!PORTAL.wwpob_page.show?_docname=6694194.PDF. (Citado el 16 de Mayo de 2009).

Un programa de análisis de datos de vuelo debe ser no punitivo y contener los resguardos necesarios para proteger las fuentes de los datos”⁸⁸.

6.2.2. Asociación Europea De Seguridad Aérea (EASA) en Europa

Comisión de Regulación (EC) No 859/2008 por la cual se adopta la regulación de la OACI sobre “Un programa de monitoreo de datos de vuelo para aeronaves con peso de operación de 27 mil kilos o superior....”⁸⁹

6.2.3. Administración Federal de Aviación (FAA) en Estados Unidos

La Administración Federal de Aviación de los Estados Unidos (FAA), en su circular de aviso **AC No: 120-82 FOQA** con fecha 04/12/04, determina y establece la normatividad para el programa de análisis de datos de vuelo, llamado FOQA (Flight Operational Quality Assurance – Aseguramiento de la Calidad en Operaciones de Vuelo)⁹⁰.

6.2.4. Secretaria de Defensa del Departamento de Defensa de Estados Unidos⁹¹.

Este documento es un memorando que trata sobre la política del Departamento de Defensa de implementar el programa Militar de Aseguramiento de la Calidad en

⁸⁸ OACI. Manual de Gestión de la Seguridad Operacional. Primera Edición 2006. Anexo 6 – Capítulo 16, numeral 16.3.11. {En Línea}, Disponible en: http://www.icao.int/icaonet/dcs/9859/9859_1ed_es.pdf .(citado el 18 de Abril de 2009).

⁸⁹ European Aviation Safety Association. EASA (2008). “COMMISSION REGULATION (EC) No 859/2008”. {En Línea}, Disponible en: http://www.easa.europa.eu/ws_prod/c/doc/jaa/eu_ops.pdf .{Citado el 19 de agosto de 2009}

⁹⁰ Federal Aviation Administration FAA (2004). “Advisory Circular N°120-82 FOQA”. {En Línea}, Disponible en: http://rgl.faa.gov/Regulatory_and_Guidance_Library/rgAdvisoryCircular.nsf/key/AC%20120-82 (Citado el 16 de Mayo de 2009).

⁹¹ Departamento de Defensa de Estados Unidos. Secretaría de Defensa (2005). “Military Flight Operations Quality Assurance (MFOQA) process implementation”. {En Línea}, Disponible en: <https://akss.dau.mil/Documents/Policy/MFOQA%20policy%20memo%2011%20Oct%202005.pdf> (Citado el 23 de Abril de 2009).

Operaciones de Vuelo (MFOQA). Al mismo tiempo que realiza las capacidades de este programa, ordena efectuar un estudio para la implementación de este programa a todas las aeronaves, y a que las nuevas adquisiciones se prevean para que tecnológicamente permitan la utilización de herramientas para tal fin.

6.3. PROTECCION LEGAL DE LOS DATOS DE VUELO DE UN PROGRAMA FDA – FOQA

A pesar de los beneficios de los programas de monitoreo de los datos de vuelo a nivel mundial, se observa cierta resistencia a su implementación debido a los aspectos legales que puedan implicar a los pilotos en situaciones ó acciones legales de algunos Estados que no tienen políticas ó leyes de protección de la información.

Los países desarrollados han sido cuestionados acerca de las protecciones legales para los datos del programa FDM / FOQA y las personas involucradas. Canadá, Francia y Estados Unidos respondieron que sí; Italia, Japón y el Reino Unido respondieron que no; mientras que Nueva Zelanda no respondió afirmativa o negativamente⁹².

En cuanto a los impedimentos legales para implementar el programa FDM – FOQA, Canadá manifestó que aunque el Gobierno ha establecido que no usará los datos de FDM para aspectos legales, la pregunta de la responsabilidad legal y la litigación civil existe. Estados Unidos tiene una mezcla en esta área, con algunos miembros de la corte sosteniendo que un mayor beneficio se da permitiendo que la información permanezca confidencial, mientras que otros miembros de la corte no están de acuerdo. Francia e Inglaterra mencionan que no hay protección legal contra acciones judiciales. Las aerolíneas de Estados Unidos manifiestan su preocupación respecto al posible uso de la

⁹² GAIN – Global Aviation Information Network. (2004). “The Status and Future Plans of Flight Data Monitoring in GST Countries”. Página 5. {En Línea}, Disponible en: <http://www.flightsafety.org/archives-and-resources/global-aviation-safety-network-gain>. (Citado el 23 de Junio de 2009).

información de FOQA en litigaciones civiles contra ellas. Únicamente Italia respondió que no tenía impedimentos legales⁹³.

En Colombia la Aeronáutica Civil hasta el momento no ha emitido una norma de carácter obligatorio para que los operadores de empresas comerciales implementen el programa FOQA, aunque si ha hecho publicaciones para incentivar que las aerolíneas se incluyan voluntariamente dentro de esta clase de programas. De hecho, actualmente Avianca y AeroRepública ya tienen implementado el programa, y empresas como Satena está analizando la posibilidad de adoptarlo.

En la Fuerza Aérea Colombiana no existe un documento que regule la utilización de los datos de un programa de análisis / monitoreo de datos de vuelo porque hasta ahora la Fuerza Aérea no tiene implementado esta clase de programas.

Finalmente, con todas estas normas internacionales y nacionales emitidas tanto por la OACI como por las Agencias reguladoras de los Estados se puede concluir que en Colombia no existe una la normatividad legal que permita proteger los datos de vuelo derivados de estos programas, y que solamente existen recomendaciones e incentivos para que los operadores implementen estos programas.

En la Fuerza Aérea Colombiana tampoco existe una normatividad que hable al respecto por cuanto todavía no ha implementado el programa. Sin embargo, es necesaria la asesoría directa de la Jefatura Jurídica de la Fuerza para lograr proteger los datos descargados de las aeronaves para que sean utilizados únicamente para programas de prevención de accidentes no punitivos, porque de lo contrario en un corto plazo el programa se vería viciado o totalmente desviado de su finalidad.

⁹³ Ibid, página 6.

7. MATERIAL Y MÉTODOS

Este capítulo pretende mostrar la evolución del presente trabajo de investigación, describiendo las cinco fases que se plantearon para el resultado final.

En la primera fase se procedió a la delimitación del problema y de los objetivos del proyecto, de igual forma, se elaboraron los marcos de referencia de la investigación dando cumplimiento a los objetivos planteados. Adicionalmente, la información que se consiguió corresponde a la implementación de los programas de monitoreo de datos de vuelo de las aeronaves de empresas comerciales, así como también la reglamentación sugerida.

Se hicieron contactos con la Fuerza Aérea Colombiana para conseguir la información pertinente en cuanto a seguridad aérea y prevención de accidentes, y finalmente se contactó a un Piloto de AeroRepública, quien trabaja en el Departamento de Seguridad de la Empresa quien gentilmente suministró la información requerida para el trabajo. En la siguiente tabla se muestran los documentos consultados, ordenados por la secuencia de los marcos, con una breve descripción del tema principal en cada marco de referencia:

Tabla 7 Documentos consultados por fase de trabajo

| TABLA ILUSTRATIVA DE LOS DOCUMENTOS CONSULTADOS POR FASES | | | |
|---|---|------------------------------------|--------------|
| MARCO | DOCUMENTO | TEMA | ORGANIZACION |
| Introducción | Aviation Safety, Security & The Environment | Datos estadísticos de accidentes. | OACI |
| Histórico | Cockpit Voice Recorders CVR and Flight Data Recorders FDR | Evolución de los dispositivos FDR. | NTSB |
| | Flight Data Analysis Service | Evolución del FDA - FOQA | IATA |

| | | | |
|---------------------|---|--|------------|
| | Cartilla Prevención AccidentesCFIT – ALA | Descripción accidentalidad mundial y FAC. | FAC |
| | The Evolution of Flight Data Analysis | Historia y evolución del FDA. | Campbell * |
| Teórico | Manual de Gestión de la Seguridad Operacional | - Implementación FOQA - Costos implementación FOQA - Beneficios FOQA | OACI |
| | Cockpit Voice Recorders CVR and Flight Data Recorders FDR | - Funcionamiento FDR - EspecificacionesTécnicas | NTSB |
| | Flight Data Analysis Service | Definición del FDM | IATA |
| | The Evolution of Flight Data Analysis | Evolución en la recolección de datos de vuelo | Campbell |
| | flight safety programme | Definición del FDA | JAR |
| | flight operational quality assurance (FOQA). | DefiniciónFOQA | FSF |
| | QAR. Aerosafety World | Definición de QAR | FSF |
| | Aviation Safety: US Efforts to implement FOQA programs | Beneficios del programaFOQA | FSF |
| | 2008 Annual C-FOQA Statistical Summary Report | Beneficios del programaFOQA | FSF |
| | Manual de Seguridad de Vuelo para Operadores | Captura y análisisdatosFOQA | FSF |
| | Manual de Seguridad de Vuelo para Operadores | Implementación del programa FDA – FOQA | FSF |
| CAP 739 FLIGHT DATA | Definición de FDM | CAA | |

| | | | |
|---------------|--|--|-----------------------|
| | MONITORING: A Guide to a Good Practice | | |
| | CAP 739 FLIGHT DATA MONITORING: A Guide to a Good Practice | Objetivos del Programa FDM | CAA |
| | CAP 739 FLIGHT DATA MONITORING: A Guide to a Good Practice | Funcionamiento del FDM | CAA |
| | CAP 739 FLIGHT DATA MONITORING: A Guide to a Good Practice | El FDM dentro de un SMS | CAA |
| | Advisory Circular 120-82 | Descripción del programa FDA | FAA |
| | Advisory Circular 120-82 | Áreas de aplicación FDA | FAA |
| | Manual Análisis Datos Vuelo | Ejemplo de aplicación | AVIAN CA |
| | Seguridad y Calidad operaciones de Vuelo | Ejemplos casos de análisis datos | AERO REPU BLICA |
| | FDM en el mundo | Empresas con FDA | SAGEM |
| | Merlin Integrated Project Team uses insight Data Analysis software to support operations | Ejemplo de implementación y beneficios en seguridad y económicos | CAE |
| | Fleet Operational Readiness Improvement | Ejemplo y beneficios de Military FOQAMFOQA | DOD |
| | Fleet Operational Readiness Improvement | Conclusiones sobre los beneficios del programa | DOD |
| Institucional | Disposición N° 07 de 22 de Octubre de 2007. Bogotá: | Organización de Seguridad Aérea | FAC |

| | | | |
|-------|---|--|------|
| | FAC, 2007 | | |
| | Plan Estratégico Institucional. PESA | Gestión de seguridad | FAC |
| | PLAN DE ACCION DE SEGURIDAD AEREA FAC 2008 (PREVAC). | Programa de Prevención de Accidentes | FAC |
| | Análisis de pérdidas FAC 2003 - 2008 y Proyecciones Futuras | Proyección accidentalidad en la FAC | FAC |
| | Proyecto para el Sistema de Gestión de Información de Seguridad de la Fuerza Aérea Colombiana | Descripción software para la gestión seguridad aérea. | FAC |
| Legal | Anexo 6 Operación Aeronaves | - Reglamentación FDR - Reglamentación FDA | OACI |
| | Military Flight Operations Quality Assurance (MFOQA) process implementation | Política de implementación FOQA en Aviación Militar USA. | DOD |
| | Normas de Aeronavegabilidad y Operaciones de Aeronaves | Reglamentación sobre FDR | RAC |
| | Advisory Circular 120-82 | Protección datos de vuelo | FAA |
| | COMMISSION REGULATION (EC) No 859/2008 | Regulación sobre programa FDM – FOQA | EASA |
| | The Status and Future Plans of Flight Data Monitoring in GST Countries | Protección legal de los datos de vuelo. | GAIN |

*Campbell Neil

En la segunda fase se procedió al desarrollo del trabajo de campo, sin embargo, la presente investigación obedece al tipo de investigación cualitativa de tipo monográfico. Por cuanto la información disponible en Colombia no es suficiente, la mayor parte se consiguió por la web, en donde se consultaron las organizaciones, las asociaciones y las entidades estatales aeronáuticas reconocidas mundialmente.

En la tercera fase se procedió a resaltar la información más importante de todos los documentos consultados para poder dar una descripción de las bases y de cómo funciona un programa típico de análisis / monitoreo de los datos de vuelo de las aeronaves; así mismo, se describieron las partes fundamentales del mismo, los pasos para la implantación que son muy similares en los documentos de FSF, CAA y FAA, y se logró conseguir información sobre ejemplos muy importantes tanto de empresas comerciales como de organizaciones militares, específicamente de Estados Unidos.

En la siguiente tabla, se pueden apreciar mejor todas las organizaciones, asociaciones y entidades estatales consultadas, así como la aplicación que se le dio a la información contenida en los documentos. Se puede ver la gran cantidad de documentos que hacen referencia al marco teórico, el cual se considera que fue el centro de esta investigación; también se hizo énfasis en conocer los inicios del programa, que lógicamente llevaron a la historia del FDR.

Tabla 8 Entidades consultadas y Marco de referencia afectado

| ORGANIZACION | MARCO | | | | |
|-------------------|--------------|-----------|---------|---------------|-------|
| | INTRODUCCION | HISTORICO | TEORICO | INSTITUCIONAL | LEGAL |
| AVIANCA | | | X | | |
| AERO REPUBLICA | | | X | | |
| CAA | | | X | | X |
| CAMPBELL | | X | X | | |
| DOD | | | X | | X |
| EASA | | | | | X |
| FAA | | | X | | X |
| FAC | | X | | X | |
| FSF | | | X | | |
| GAIN | | | | | X |
| IATA | | X | X | | |
| JAR | | | X | | |
| NTSB | | X | X | | |
| OACI | X | | X | | X |
| RAC | | | | | X |
| SAGEM | | | X | | |

La cuarta fase tuvo relación con la revisión integral del documento durante la cual se hicieron las correcciones necesarias corroborando la objetividad de la información presentada, así como la pertinencia de la misma y ordenándola en una secuencia lógica. De esta forma, se determinó que el Marco Histórico debería ir al principio para ubicar al lector desde el nacimiento de todo el programa sustentado en la accidentalidad aeronáutica a través de los años y los métodos de prevención e investigación utilizados hasta llegar al monitoreo de los datos de vuelo.

También fue importante determinar la organización de la Fuerza Aérea y sus programas en prevención de accidentes y finalmente destacar que todo este programa puede ser objeto de una acción legal con fines punitivos si no se protege de manera adecuada bajo las leyes o normatividad existente en Colombia.

En la quinta fase se procedió a la elaboración de las conclusiones y recomendaciones a partir de todo el análisis de los documentos mencionados anteriormente.

8. CONCLUSIONES

- Es evidente de acuerdo con los estudios de las Autoridades Civiles Aeronáuticas de varios estados y de las organizaciones y asociaciones aeronáuticas, que es necesaria una reducción en la rata de accidentes en el mundo, la cual se espera que aumente debido al incremento del tráfico aéreo que se proyecta.

Para la Fuerza Aérea la tendencia es la misma, y se debe analizar con más detenimiento debido al incremento proyectado en el número de aeronaves que tendrá la Fuerza, y que además de constituirse en un factor estratégico para Colombia, su valor merece que se estudien las medidas necesarias para conservarlo.

- Durante el desarrollo del presente trabajo de investigación se plantearon unos objetivos a ser cumplidos. Se considera que el objetivo principal fue cumplido, al plantear la necesidad de un programa que permitiera prevenir los accidentes de una forma más objetiva, basado en la recolección y análisis de datos reales de las aeronaves de la FAC, en operaciones y misiones típicas, y que pudiera arrojar la información suficiente para potenciar los subprogramas de prevención existentes.
- Los objetivos secundarios fueron cumplidos por cuanto a lo largo del presente trabajo se demostró con varios ejemplos y documentos de diferentes organizaciones, que los beneficios y el valor de un programa de estas características son evidentes, y su principal beneficio que es la prevención de accidentes se puede evidenciar con las estadísticas presentadas. Así mismo, teniendo en cuenta la variedad de aeronaves de la Fuerza Aérea en cuanto a su antigüedad, tecnología y misión, se puede considerar la estrategia planteada para determinar el alcance del programa inicial, y así mismo su extensión a otras aeronaves.
- Este trabajo de investigación se enfocó hacia una monografía debido a que este tema no es muy bien conocido a nivel nacional y dentro de la Fuerza Aérea; así mismo, la

documentación y reglamentación en esta materia no es tan amplia. Esto obligó a investigar casi todo el material fuera del país y en organizaciones, asociaciones y autoridades aeronáuticas reconocidas mundialmente y que impulsan y promueven temas de vanguardia en cuanto a prevención de accidentes entre otros.

- Se analizó el Plan Estratégico de Seguridad Aérea PESA de la FAC, y se encontró que el presente trabajo está completamente alineado con el objetivo institucional número uno de la FAC “FORTALECER LA CAPACIDAD OPERACIONAL PARA EJERCER Y MANTENER EL DOMINIO DEL ESPACIO AEREO, DISUADIR LA AMENAZA Y DERROTAR AL ENEMIGO”, y el Plan Estratégico de Seguridad Aérea (P.E.S.A) que tiene como objetivo específico de la seguridad aérea “*PRESERVAR VALIOSOS RECURSOS*”.
- Tanto en las aerolíneas comerciales del mundo como algunas fuerzas aéreas han implementado el programa con resultados positivos como se muestra en la presente investigación; así mismo, el costo de su implementación, o el retorno de la inversión se puede evidenciar en la reducción de accidentes, aunque también se ha demostrado que reduce los costos de mantenimiento, uso de combustible y temprana detección de fallas.
- Actualmente, los programas de prevención de accidentes de la FAC no cuentan con una herramienta similar que le permita tomar los correctivos necesarios ante un riesgo evidente. Es necesario esperar a un reporte, a un documento externo, o a las recomendaciones de una investigación para tener los elementos necesarios para generar los cambios. Un programa de FDA – FOQA aplicado a la Fuerza Aérea significaría incluso hasta un cambio en la cultura de seguridad por la forma en la que puede impactar en toda la institución y hacia las áreas misionales de la Fuerza.
- Jurídicamente, es necesario que la Fuerza Aérea, a través de la Jefatura Jurídica, establezca las normas y procedimientos necesarios para la protección de la información

obtenida del análisis de los datos de vuelo, para evitar que sean requeridas y utilizadas con fines punitivos, lo cual afectaría claramente el desarrollo y el objeto del mismo.

- Es evidente, que la tendencia mundial tanto civil como militar, es la de la utilización de un programa de estas características, aunque este programa tuvo sus inicios en la aviación comercial, se puede apreciar que en Estados Unidos se ha emitido un documento desde la secretaria de defensa en el cual se resaltan los beneficios de este programa y obliga a todas las Fuerzas Militares que tengan aeronaves a que implementen en sus aeronaves sistemas de monitoreo de datos de vuelo.
- Los costos de implementación de un sistema de monitoreo de datos pueden recobrase en el mediano y largo plazo por cuanto se pueden hacer ahorros significativos en consumo de combustible, mantenimientos innecesarios, mantenimiento preventivo, reducción en los seguros de las aeronaves, aumentar la eficiencia en la operación y finalmente, evitar accidentes, pérdida de vidas y el buen nombre de la organización.
- Finalmente, cuando se habla de inversión en seguridad aérea, los directivos a todo nivel tienden a pensar que es un presupuesto perdido, debido a que no se pueden evidenciar fácilmente los resultados, que por supuesto es evitar los accidentes. Sin embargo, con esta herramienta, será posible mostrar a todo nivel, cuantas veces y por cuanto tiempo se ha estado en una condición latente que pudiera causar un accidente, y eso es un valor tal vez incalculable. El poder aplicar correctivos para mejorar procedimientos, cambiar los existentes, identificar posibles fallas de los sistemas, problemas de mantenimiento, problemas en el cumplimiento de los estándar de operación o problemas de entrenamiento, definitivamente aumentan la proeficiencia, la capacidad y la operabilidad de la Fuerza Aérea, al mismo tiempo que le permite tener por más tiempo aeronaves disponibles, lo cual le da un valor estratégico de nivel nacional.

8.1 RECOMENDACIONES

- Como se ha demostrado en el transcurso del presente trabajo de investigación, los beneficios del programa y el valor que puede generar para la Fuerza Aérea en cuanto a conocimiento de sí misma es inmenso, teniendo en cuenta toda la información que se puede recoger, analizar y procesar para generar los cambios a un nivel de escuadrón como a nivel de la misma Fuerza Aérea. Por lo tanto la primera recomendación es establecer un comité en el que participe personal del Departamento de Seguridad Aérea, de Investigación de accidentes, de las jefaturas de Operaciones, Educación Aeronáutica, de Operaciones Logísticas, y de Apoyo logístico, que evalúe la posibilidad de adquirir ó implantar un programa de análisis / monitoreo de datos de vuelo.
- Analizar la compatibilidad de los programas ofrecidos con los que ya cuenta la Fuerza Aérea; es decir que tengan protocolos abiertos de comunicación para que la información pueda intercambiarse y utilizarse para varios programas a la vez; como ejemplo de esto se pueden utilizar los aviones Kfir y el C3I2 del Comando. La información transmitida via data link por los Kfir hacia el centro de comando y control puede ser usada para alimentar el programa de monitoreo de datos.
- Realizar un estudio de las Fuerzas Aéreas y/o aviaciones militares que actualmente estén utilizando un programa FDA para establecer todas las variables contempladas y tomar como referencia o punto de partida estos ejemplos.
- Realizar un estudio, como a su momento lo hicieron en la Fuerza Aérea de Estados Unidos, para determinar por la relación costo – beneficio, cuáles aeronaves de acuerdo a su

antigüedad, a las horas de vuelo y el ciclo de vida establecido, podrían ser sujetas al programa de FDA / MFOQA.

- Es importante que el Departamento de seguridad aérea de la FAC, determine cómo el programa de FDA / FOQA puede alimentar y potenciar cada uno de los subprogramas de prevención de accidentes. El objeto es utilizar la información de todas las formas posibles para que se beneficie más la institución y se fortalezca la cultura de seguridad.
- Dentro de los propósitos del programa, establecer que será No punitivo, como lo ha sido en todos los programas que se utilizan actualmente.
- Definir con la Jefatura Jurídica las normas concernientes a la protección de los datos de vuelo con fin exclusivo al bien común de la seguridad aérea y que no se permita la utilización de los datos para efectos legales contra la Fuerza ó sus integrantes.
- Establecer como política de la FAC, que las adquisiciones futuras de aeronaves se hagan con los sistemas y tecnología necesaria para que se puedan adaptar a los programas de monitoreo y transmisión de datos.
- Crear dentro del Departamento de Seguridad Aérea la oficina de FDA / MFOQA.

BIBLIOGRAFÍA

- Aerorepública. Oficina de Seguridad y Calidad en operaciones de vuelo.
- AVIANCA. “Manual de Análisis de Datos de Vuelo –FDA”. (Revisión 01 2005). Oficina de Seguridad Operacional.
- CAA. Civil Aviation Authority (2003). “Documento CAP 739 FLIGHT DATA MONITORING”, Group Safety Regulation. {En línea}, Disponible en: <http://www.caa.co.uk/docs/33/CAP739.PDF>. (Citado el 10 de Mayo de 2009).
- CAE Flightscape Information Letter (2009). “Merlin Integrated Project Team uses insight Data Analysis software to support operations”. {En línea}, Disponible en: <http://www.flightscape.com/about/releases/20090427.pdf>. (citado el 17 de Julio de 2009).
- Campbell, Neil. “The Evolution of Flight Data Analysis”. {En Línea}. Disponible en: http://asasi.org/papers/2007/The_Evolution_of_Flight_Data_Analysis_Neil_Campbell.pdf. (citado el 14 de Septiembre de 2009).
- COLOMBIA. FUERZA AEREA COLOMBIANA (2004). “Cartilla de prevención de accidentes CFIT y ALA- Fuerza Aérea Colombiana”.
- COLOMBIA. FUERZA AEREA COLOMBIANA (2007) “Disposición N° 07 de 22 de Octubre de 2007.

- COLOMBIA. FUERZA AEREA COLOMBIANA (2007). “Plan Estratégico Institucional. PESA 2007 – 2019”.
- COLOMBIA. FUERZA AEREA COLOMBIANA (2009). “Directiva Transitoria COFAC- JEMFA-IGEFA-387, “PLAN DE ACCION DE SEGURIDAD AEREA DE LA FUERZA AEREA COLOMBIANA 2008 (PREVAC)”.
- COLOMBIA. FUERZA AEREA COLOMBIANA (2008). Departamento de Seguridad Aérea FAC. “Análisis de pérdidas FAC 2003 - 2008 y Proyecciones Futuras”.
- COLOMBIA. FUERZA AEREA COLOMBIANA (2009). Departamento de Seguridad Aérea. “Proyecto para el Sistema de Gestión de Información de Seguridad de la Fuerza Aérea Colombiana SIGSA”.
- COLOMBIA. Fuerza Aérea Colombiana. Jefatura de Operaciones Logísticas. “Oficio - MD-CGFM-FAC-COFAC-JEMFA-JOL-DIMAN-SUING-29”.
- CCE – Comisión Colombiana del Espacio – Grupo Observación de la Tierra. “Programa de Investigación en Desarrollo Satelital y Aplicaciones en el tema de Observación de la Tierra”{En Línea}. Disponible en: http://www.cce.gov.co/c/document_library/get_file?uuid=aa5c7e64-1384-47df-b484-6c3e9f027edd&groupId=10711. (Citado el 25 de Septiembre de 2009).

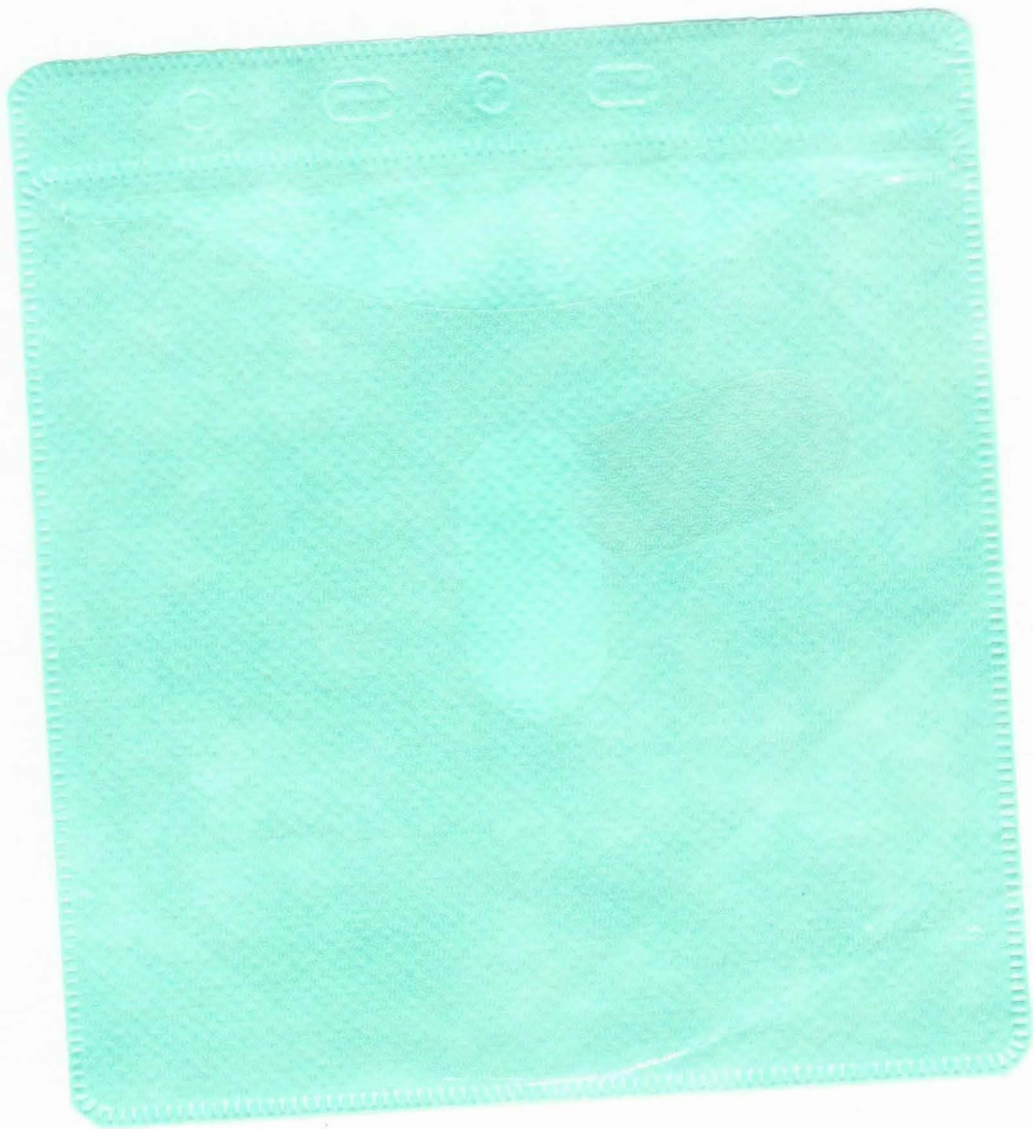
- DOD. Departamento de Defensa de Estados Unidos. Secretaría de Defensa (2005). “Military Flight Operations Quality Assurance (MFOQA) process implementation”. {En Línea}, Disponible en: <https://akss.dau.mil/Documents/Policy/MFOQA%20policy%20memo%2011%20Oct%202005.pdf>. (Citado el 18 de Julio de 2009)
- Department of the Navy. Navy Safety Center. “Fleet Operational Readiness Improvement. Military Flight Operational Quality Assurance”. {En línea}, Disponible en: <http://www.docstoc.com/docs/3787582/MFOQA-Military-Flight-Operations-Quality-Assurance>. (Citado el 18 de Julio de 2009)
- EASA. European Aviation Safety Association (2008). “COMMISSION REGULATION (EC) No 859/2008”. {En Línea}, Disponible en: http://www.easa.europa.eu/ws_prod/c/doc/jaa/eu_ops.pdf . {Citado el 19 de agosto de 2009}
- FAA. Federal Aviation Administration (2004). “Advisory Circular 120-82 de la FAA”, EEUU. {En línea}, Disponible en: [http://rgl.faa.gov/Regulatory_and_Guidance_Library/rgAdvisoryCircular.nsf/8ce3f88c034ae31a85256981007848e7/40c02fc39c1577b686256e8a005afb0a/\\$FILE/AC120-82.pdf](http://rgl.faa.gov/Regulatory_and_Guidance_Library/rgAdvisoryCircular.nsf/8ce3f88c034ae31a85256981007848e7/40c02fc39c1577b686256e8a005afb0a/$FILE/AC120-82.pdf). (Citado el 10 de Mayo de 2009).
- FSF. Flight Safety Foundation. Flight Operational Quality Assurance (FOQA). {En Línea}, Disponible en: <http://www.flightsafety.org/foqa.html>. (Citado el 15 de Septiembre de 2009).
- FSF. Flight Safety Foundation. QAR. Aerosafety World (2007).Flight Ops. {En Línea}, Disponible en: https://www.flightsafety.org/asw/aug07/asw_aug07.pdf. (Citado el 15 de Septiembre de 2009).

- FSF. Flight Safety Foundation (1998). “Aviation Safety: US Efforts to implement FOQA programs”, Flight Safety Digest, Flight Safety. {En línea}, Disponible en: http://www.flightsafety.org/fsd/fsd_jul-sept_98.pdf . (Citado el 10 de Mayo de 2009).
- FSF. Flight Safety Foundation (2009). “2008 Annual C-FOQA Statistical Summary Report”. {En Línea}, Disponible en: http://www.flightsafety.org/pdf/2008_Annual_CFOQA_Report.pdf. (citado el 17 de Julio de 2009)
- FSF –Flight Safety Foundation (2001) “Manual de Seguridad de Vuelo para Operadores” Sección 3 Actividades del Programa de Seguridad. {En línea}, Disponible en: http://www.flightsafety.org/gain/OFSH_espanol.pdf. (citado el 15 de Septiembre de 2009)
- GAIN – Global Aviation Information Network. (2004). “The Status and Future Plans of Flight Data Monitoring in GST Countries”. {En Línea}, Disponible en: <http://www.flightsafety.org/archives-and-resources/global-aviation-safety-network-gain>. (Citado el 23 de Junio de 2009).
- IATA. International Aviation Transport Association - (2008). “ Flight Data Analysis Service” {En Línea}, Disponible en: http://www.iata.org/ps/intelligence_statistics/fda.htm. (Citado el 15 de Abril de 2009).
- JAR. flight safety programme. Joint Aviation Regulation. {En Línea}, Disponible en: [http://www.jaa.nl/secured/Operations/Public%20Documents/NPA-OPS%20\(adopted\)/NPA-OPS%2035%20FDM.pdf](http://www.jaa.nl/secured/Operations/Public%20Documents/NPA-OPS%20(adopted)/NPA-OPS%2035%20FDM.pdf). (Citado el 15 de Septiembre de 2009).

- NTSB. National Transportation Safety Board. "Cockpit Voice Recorders CVR and Flight Data Recorders FDR" {En Línea}. Disponible en: http://www.nts.gov/aviation/CVR_FDR.htm (Citado el 16 de Septiembre de 2009).
- OACI – Organización de la Aviación Civil Internacional (2006). "Manual de Gestión de la Seguridad Operacional" Capítulo 16 Operaciones de Aeronaves. {En línea}, Disponible en: http://www.icao.int/icaonet/dcs/9859/9859_1ed_es.pdf. (citado el 17 de Septiembre de 2009).
- OACI. Organización de la Aviación Civil Internacional. "Anexo 6 – Operación de aeronaves Parte II". {En Línea}, Disponible en: <http://www.icao.int/ICDB/HTML/Spanish/Representative%20Bodies/Council/Working%20Papers%20by%20Session/159/C.159.WP.11284.sp/C.159.WP.11284.SP.HTM>. (citado el 18 de Mayo de 2009).
- OACI. "Manual de Gestión de la Seguridad Operacional". Primera Edición 2006. Anexo 6 {En Línea}, Disponible en: http://www.icao.int/icaonet/dcs/9859/9859_1ed_es.pdf. (citado el 17 de Septiembre de 2009).
- RAC. Reglamentos Aeronáuticos de Colombia. Parte Cuarta, Capítulo I. {En Línea}, Disponible en: http://portal.aerocivil.gov.co/portal/pls/portal/!PORTAL.wwpob_page.show?_docname=6694194.PDF. (Citado el 16 de Mayo de 2009).
- Sagem Avionics. 2009. Información sobre aerolíneas comerciales con un programa FDA – FOQA. {En Línea}, Disponible en: <http://www.sagemavionics.com/Company/default.aspx>.

- Scott Carson (2007). ICAO-McGill “Aviation Safety, Security & The Environment” Conference Montreal, Canada. {En Línea}, Disponible en: http://www.boeing.com/commercial/environment/pdf/Carson_McGill091607.pdf. (Citado el 15 de Agosto de 2009).





BIBLIOTECA CENTRAL DE LAS FF. MM.
"TOMAS RUEDA VARGAS"



052335