



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DIRECCIÓN DE POSGRADOS

Proyecto de investigación y desarrollo en opción al Grado académico
de Magister en GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN

TEMA:

ANÁLISIS DE LA PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO Y SU
INCIDENCIA EN LOS FALLOS DE SISTEMAS Y COMPONENTES EN LAS
AERONAVES BOEING DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA-
LATACUNGA 2015. DISEÑO DEL PROGRAMA DE CONFIABILIDAD DE
AERONAVES.

Autor:

.....
HURTADO Castellanos, Kleber Oswaldo

Tutor:

.....
ING. Msc. Salazar Cueva Edison

LATACUNGA – ECUADOR

06 - 2015

AVAL DEL DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

En calidad de director del trabajo de investigación sobre el tema **“ANÁLISIS DE LA PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO Y SU INCIDENCIA EN LOS FALLOS DE SISTEMAS Y COMPONENTES EN LAS AERONAVES BOEING DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA-LATACUNGA 2015. DISEÑO DEL PROGRAMA DE CONFIABILIDAD DE AERONAVES”**, de hurtado Castellanos Kleber Oswaldo postulante de Magister en Gestión de la Producción, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científicos – técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Tesis que el Honorable Consejo Académico de Posgrados de la Universidad Técnica del Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 12 de junio del 2015.

.....
Ing. Msc. Salazar Cueva Edison

EL DIRECTOR

AVAL DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de Miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Informe del Proyecto de Investigación y Desarrollo de posgrados de la Universidad Técnica de Cotopaxi; por cuanto, el posgraduado: HURTADO CASTELLANOS KLEBER OSWALDO, con el título de tesis: ANÁLISIS DE LA PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO Y SU INCIDENCIA EN LOS FALLOS DE SISTEMAS Y COMPONENTES EN LAS AERONAVES BOEING DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA-LATACUNGA 2015. DISEÑO DEL PROGRAMA DE CONFIABILIDAD DE AERONAVES

Ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Defensa.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, junio del 2015.

Para constancia firman:

.....

Ing. Msc. Giovanna Parra

PRESIDENTE

.....

Ing. Msc. Xavier Espín

MIEMBRO

.....

Ing. Msc. Patricio Espín

MIEMBRO

.....

Ing. Msc. Hernán Navas

OPONENTE

PÁGINA DE RESPONSABILIDAD DEL AUTOR

Del contenido del presente proyecto de investigación y desarrollo, se responsabiliza el autor.

.....

Kleber Oswaldo Hurtado Castellanos
C.I. 1718522525

AGRADECIMIENTO

A Dios, quien lo hace posible todo.

A la Ingeniera Giovanna Parra, cuya colaboración, ha sido primordial en la organización metodológica de este trabajo.

Al Ingeniero Edison Salazar, tutor académico, por su cordial asesoría y guía.

Al personal del Escuadrón Aviación Pesada N° 1121, por su valiosa contribución y colaboración en la recolección de información.

A la Fuerza Aérea Ecuatoriana por ser una institución de crecimiento y apoyo en mi vida profesional.

DEDICATORIA

A mi Madre, ejemplo de
lucha, sacrificio y
perseverancia,

A mi Esposa e Hijos, que
con su apoyo incondicional
iluminan y dan felicidad a mi
vida.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Pág.
Portada	i
Aval del director del proyecto de investigación y desarrollo.....	ii
Aval del tribunal de grado.....	iii
Página de responsabilidad del autor	iv
Agradecimiento	v
Dedicatoria	vi
Índice general	vii
Lista de tablas.....	xii
Lista de gráficos	xiii
Resumen	xiv
Abstract	xv
Introducción	1
Situación Problémica	1
Justificación	2
Objeto y Problema	4
Campo de Acción.....	5
Objetivo General	5
Objetivos Específicos.....	5
Hipótesis	6
Sistemas de Tareas por Objetivos Específicos.....	6
Visión Epistemológica de la Investigación.....	7
Alcance	7

CAPÍTULO I

MARCO CONTEXTUAL Y TEÓRICO

1.1. Caracterización	9
1.2. Marco Teórico.....	10
1.2.1. Historia de los Programas de Mantenimiento de Aviación.	10
1.2.2. Origen y Avance de la Planificación	11
1.2.3. Autoridades Regulatorias.....	14

1.2.4.	Certificaciones para Aeronaves	15
1.2.5.	CFR 14 Part 25: Instrucciones Aeronavegabilidad Continuada	15
1.2.6.	Air Transport Association of America ATA	15
1.2.6.1.	ATA 100 Specifications.....	16
1.2.7.	El Programa de Inspección	17
1.2.7.1.	Maintenance Planning Data (MPD).....	17
1.2.8.	Tipos de Mantenimiento	18
1.2.9.	Gestión del Mantenimiento Aeronáutico Recomendado	19
1.2.9.1.	Áreas de Planificación y Control del Mantenimiento.....	19
1.2.9.2.	Herramientas de Planificación y Control del Mantenimiento	22
1.2.9.3.	Work Scope (WS)-Alcance de Trabajo	23
1.2.9.4.	Elementos para Administrar	24
1.2.10.	Perspectiva de la Planificación	25
1.2.11.	Ventajas de la Planificación.....	26
1.2.12.	Errores en la Planificación del mantenimiento	26
1.2.13.	Efectos de Errores en la Planificación	27
1.3.	Valoración Crítica.....	27
1.4.	Análisis de Tendencias	28
1.5.	Estándares para las Mejores Prácticas del Mantenimiento	29
1.6.	Fundamentación de la Investigación.....	30
1.7.	Bases Teóricas.	31
1.7.1.	Grupo Logístico N° 112.....	32
1.7.2.	Escuadrón de Mantenimiento Aviación Pesada N° 1121	32
1.7.3.	Centro de Planificación y Control de Mantenimiento	33
1.7.4.	Campo Legal.....	34
1.7.5.	Hipótesis y Determinación de Variables	34
1.7.6.	Operacionalización de Variables	35

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1.	Paradigma	38
2.2.	Unidad de Análisis.....	39
2.3.	Técnicas de Recolección de Datos.....	39

2.4.	Procedimiento.....	43
------	--------------------	----

CAPÍTULO III

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.	Diagnóstico de la Situación Actual.....	46
3.1.1.	Variable Planificación del Mantenimiento Aeronáutico	46
3.1.1.1.	Presentación de Resultados.....	46
3.1.1.2.	Análisis de Resultados	48
3.1.1.2.1.	Indicador “Métodos y Sistemas de Planificación”	48
3.1.1.2.2.	Indicador “Logística”	49
3.1.1.2.3.	Indicador “Organización del Mantenimiento”	49
3.1.1.2.4.	Indicador “Documentación Técnica”	50
3.1.1.2.5.	Indicador “Contratación”	50
3.1.1.2.6.	Indicador “Control de Actividades”	51
3.1.1.2.7.	Indicador “Personal y Formación”	51
3.1.2.	Variable Fallos en Sistemas y Componentes	52
3.1.2.1.	Indicador Registro de Tiempos de operación. (Estadísticas).....	53
3.1.2.2.	Indicador “Utilización y promedio de aviones”	53
3.1.2.3.	Indicador “Reportes de Piloto”	53
3.1.2.4.	Indicador “Reportes Diferidos”	54
3.1.2.5.	Indicador “Incidentes técnicos”	54
3.1.2.6.	Indicador “Remoción de Componentes No programados”	55
3.1.2.7.	Indicador “Monitoreo de Motores y APU”	55
3.1.2.8.	Indicador “Demoras y cancelaciones”	56
3.1.2.9.	Indicador “Reportes de Discrepancias en Servicios”	56
3.1.3.	Incidencia de la gestión actual en fallos	58
3.1.4.	Oportunidades de Mejora.....	59
3.1.5.	Análisis FODA	60
3.1.6.	Conclusiones	63
3.1.7.	Recomendaciones	64

CAPÍTULO IV

PROPUESTA

4.1.	Título.....	66
4.2.	Justificación	66
4.3.	Objetivos.....	67
4.4.	Estructura de la propuesta.....	67
4.5.	Desarrollo de la propuesta	67
4.5.1.	Marco Legislativo	69
4.5.2.	Medición y Monitoreo	70
4.5.3.	Diseño del Sistema de recopilación de datos.....	70
4.5.4.	Captura de Fuentes de Datos	71
4.5.5.	Diseño de los Sistemas de Evaluación.....	73
4.5.5.1.	Programa de Estándares Tipo Alerta	73
4.5.5.1.1.	Índice de falla.....	74
4.5.5.1.2.	Límite de Control Superior (UCL) Upper Control Limit.....	75
4.5.5.2.	Programa de estándares tipo No-Alerta.	77
4.5.5.2.1.	Sistema de Aterrizaje	78
4.5.6.	Diseño del Análisis de Datos	78
4.5.6.1.	Nivel Operativo Normal	78
4.5.6.2.	Primer Nivel de Alerta.....	79
4.5.6.3.	Nivel Crítico	79
4.5.7.	Diseño de la Revisión de los Valores de Alerta.....	80
4.5.7.1.	Valores de Alerta Componentes	80
4.5.7.2.	Componentes Nuevos	80
4.5.7.3.	Valores Artificiales Componentes	81
4.5.7.4.	Valores de Alerta Sistemas	81
4.5.7.5.	Equipo Nuevo	82
4.6.	Diseño de la Organización Administrativa de la Confiabilidad	82
4.6.1.	Comité de Confiabilidad.....	82
4.7.	Diseño de Acciones Correctivas	84
4.7.1.	Operación del Programa de Alertas	84
4.7.1.1.	Nivel de Operación Limpio	84

4.7.1.2. Nivel de Alerta Sistemas.....	84
4.7.1.3. Nivel de Alerta Componentes.....	86
4.7.1.4. Fallas Críticas	87
4.8. Diseño de Ajustes al Programa de Mantenimiento.....	87
4.8.1. Reglas Del Programa	87
4.8.1.1. Tiempo Entre Reparaciones Mayores	88
4.8.1.2. Ajuste del Tiempo de Chequeo Inspección	88
4.8.1.3. Asignación del Proceso de Mantenimiento de Componentes.....	89
4.8.1.3.1. Remoción de Componentes del Hard Time	89
4.8.1.3.2. Remoción de Componentes en estado On Condition.....	89
4.8.1.3.3. Condition Monitoring.....	90
4.8.1.4. Cambios y ajustes del Programa de Mantenimiento.....	91
4.9. Glosario de términos Técnicos	92
Conclusiones	97
Recomendación.....	97
Referencias Bibliográficas	98
Anexo A Entrevista dirigida al personal del Grupo Logístico N° 112	100
Anexo B Guía de observación	105
Anexo C Consulta Archivos	110
Anexo D Revisión Documental	124
Anexo E Circular de asesoramiento FAA número 120-17A	126
Anexo F Responsabilidades y Funciones de Confiabilidad.....	128
Anexo G Capturas del programa de confiabilidad propuesto	130

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Horas y Ciclos desde nuevo Aeronaves Boeing	5
Tabla 2: Operacionalización Variable Independiente	35
Tabla 3: Operacionalización Variable Dependiente	37
Tabla 4: Distribución de ítems en el cuestionario	41
Tabla 5: Distribución de ítems en la guía de observación	42
Tabla 6: Indicadores Variable Fallos	43
Tabla 7: Variable Planificación del Mantenimiento	47
Tabla 8: Resultados Variable Fallos	52
Tabla 9: Incidencia de la gestión en los fallos de las aeronaves Boeing.....	58
Tabla 10: Oportunidades de Mejora en Gestión del mantenimiento.....	59
Tabla 11: Matriz FODA Gestión del Mantenimiento	61
Tabla 12: Captura de Fuentes de Datos.....	72
Tabla 13: Índice De falla.....	74
Tabla 14:UCL Sistemas (ATAS)	76

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Procesos MSG-1	12
Ilustración 2: Procesos MSG 2.....	13
Ilustración 3: Procesos MSG-3	13
Ilustración 4: ATA Chapter.....	17
Ilustración 5: Estructura y Funciones Área Programas de Mantenimiento.....	20
Ilustración 6: Estructura y Funciones Área Planificación.....	21
Ilustración 7: Estructura y Funciones Programación	21
Ilustración 8: Resultados de Auditorías al Grupo Logístico 112	29
Ilustración 9: Organigrama Grupo Logístico N° 112.....	32
Ilustración 10: Organigrama del Escuadrón N°1121	33
Ilustración 11: Estructura del CPCM.....	33
Ilustración 12: Control de Fallos utilizado por la Organización	57
Ilustración 13: Comité de Confiabilidad	83

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Ganancias y Pérdidas entre estados de falla y funcionamiento	3
Gráfico 2: Variable Planificación del Mantenimiento	47
Gráfico 3: Incidencia de la gestión en los fallos de las aeronaves Boeing	58
Gráfico 4: Índice de Falla.....	75
Gráfico 5: UCL Sistemas (ATA 22)	77
Gráfico 6: Nivel Crítico de Falla.....	80
Gráfico 7: Nivel de Alertas de Sistemas	85
Gráfico 8: Nivel de Alerta Componentes.....	86

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSGRADOS
MAESTRÍA EN GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN

TÍTULO: ANÁLISIS DE LA PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO Y SU INCIDENCIA EN LOS FALLOS DE SISTEMAS Y COMPONENTES EN LAS AERONAVES BOEING DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA-LATACUNGA 2015. DISEÑO DEL PROGRAMA DE CONFIABILIDAD DE AERONAVES.

Autor: Hurtado Castellanos Kleber Oswaldo

Tutor: ING. Msc. Salazar Cueva Edison

RESUMEN

El siguiente trabajo presenta el estudio que tiene como propósito, la evaluación de la gestión de mantenimiento en las aeronaves Boeing de la Fuerza Aérea Ecuatoriana, para dar respuesta a los continuos fallos técnicos, y la optimización de la operatividad de sus equipos, de manera que se pueda asegurar una elevada disponibilidad y confiabilidad. En la investigación se analizó el sistema de gestión y planificación de mantenimiento, a través del levantamiento de información en diferentes áreas de la organización y se determinó la incidencia en el incremento de fallos en las aeronaves, para luego diseñar una propuesta de mejora. El estudio propuesto se plantea como una investigación no experimental, en la que inicialmente se adoptó la modalidad de campo, aplicando herramientas como la entrevista, observación y revisión documental con el fin de evaluar la gestión del mantenimiento efectuada por el Grupo Logístico N° 112. Obteniendo resultados de cumplimiento regular en organización, métodos y control de la planificación del mantenimiento, así mismo se descubrió ciertas deficiencias en el registro, control y monitoreo de fallos, con lo que la organización se ubicó en un nivel de gestión de mantenimiento aceptable. Posteriormente se efectuó una propuesta de mejora, diseñando el programa de confiabilidad. Este trabajo permitió obtener información sobre la gestión actual del mantenimiento y como esta podría mejorar mediante una herramienta de control de fallos, de tal manera que llegue a ser un contribuyente primordial para el desarrollo de la organización. Se concluyó que la gestión de mantenimiento mejoraría la situación actual llevando un control eficiente de fallos. Finalmente se diseñó un programa de confiabilidad que contempla el control de fallos en sistemas y componentes en los aviones Boeing 727-200 y 737-200, y las posibles estrategias para mejora en la programación del mantenimiento, cuya implementación permitirá elevar la disponibilidad y seguridad en las operaciones.

DESCRIPTORES:

Boeing, Confiabilidad, Fallos

ABSTRACT

This work presents a study that aims, the evaluation of the maintenance management in Boeing aircraft of the Ecuadorian Air Force, to respond to the continuing failure in the components and systems, and optimizing the operation of their equipment ensuring high availability and reliability. In the investigation the maintenance planning system was analyzed, collecting data information in different areas of the organization and determining its impact on the increase of failures in the aircraft Boeing of FAE, then design a proposal for improvement. The proposed study is presented as a non-experimental research, that at the beginning, in the field mode, it uses such as: survey, observation and document review, in order to assess the management of maintenance carried out by the center, CPCM. Subsequently this job present proposed of improvement, designing the reliability program. This work allowed to obtain information of the current maintenance management and how this could be improved by a tool to control failures. So it becomes a major contributor to the development of the organization. It was concluded that maintenance management is in an acceptable condition, having a system with certain weaknesses that make it vulnerable to deviations. Thus it, evidenced the knowledge of the methods and planning systems by the collaborators and commitment to the initiation of them, with opportunities to continue improving to get high quality standards. Finally, it was designed a reliability program which includes failure monitoring in the systems and components in the 727-200 and 737-200 Boeing aircraft, and possible strategies for improve maintenance scheduling. Its implementation increase the availability and safety in operations.

Descriptors

Boeing, Reliability, Failures

INTRODUCCIÓN

Situación Problemática

La industria aeronáutica frente a un mercado globalizado se ha visto en la obligación de construir y operar aeronaves de gran capacidad y tecnología a costos de producción razonables pero con un alto índice de calidad y seguridad de operación, estas características implican el uso de complejas técnicas de construcción, operación, mantenimiento y confiabilidad en el diseño de estas sofisticadas máquinas.

La actividad aeronáutica militar ecuatoriana adolece de ciertos procesos que aseguren la aeronavegabilidad de sus equipos, ya que en ciertas ocasiones se hace notorio el bajo desempeño de las aeronaves frente a la demanda de misiones (vuelos), generando retrasos, cancelaciones y trabajos de mantenimiento no programados. Dejando al descubierto las falencias en la gestión de mantenimiento aeronáutico.

La Fuerza Aérea Ecuatoriana y el Ala de transportes N° 11 se identifican por ser pioneras en diferentes misiones de transporte. Sin embargo en ciertas de estas misiones se producen retrasos y ocasionalmente cancelaciones, donde las principales causas son el incremento significativo en la frecuencia de tareas de mantenimiento causados por fallos en algún sistema o componente, los cuales no permiten operar con normalidad, generando averías, inconvenientes, elevados costos de mantenimiento e inseguridad en las operaciones.

En los últimos años, la industria aeronáutica ha realizado estudios, análisis y ensayos con el fin específico de asegurar las operaciones de las aeronaves para la explotación aeroespacial, constituyéndose en una actividad asociada con altos índices de seguridad, calidad de operación y costos. Por ello la confiabilidad del diseño de aeronaves y el eficiente mantenimiento, forman parte de éxito o fracaso de una aerolínea en el mercado.

A pesar de la importancia de las técnicas de planificación y control de mantenimiento de los equipos aeronáuticos, en la Fuerza Aérea el conocimiento

frente a este tema es escaso, se ha minimizado su magnitud y existe una actitud pasiva por parte de las áreas implícitas con respecto a esta problemática.

Cabe manifestar que la autoridad aeronáutica militar ha tomado un interés particular en este problema realizando inspecciones, incluyendo auditorías que han dado como resultado varias no conformidades que requieren acciones correctivas, una de ellas el control de confiabilidad de las aeronaves. La desatención en el control de confiabilidad puede generar variaciones o pérdida de las capacidades propias de la máquina en cortos períodos de tiempo. Variaciones que generarían demoras, cancelaciones, utilización de recursos que no fueron programados e inseguridad en las operaciones.

Las operaciones de vuelo de la Fuerza Aérea Ecuatoriana tienen una estrecha relación con la planificación del mantenimiento aeronáutico, potencializando así la exposición a desviaciones de cualquier característica de funcionamiento de un sistema o componente, que pueda consecuentemente resultar en un fallo y poner en riesgo la seguridad de la aeronave, si no se logra dar solución a esta problemática, la posibilidad de que pudiese ocurrir un accidente incrementaría notablemente.

El análisis de la planificación del mantenimiento aeronáutico asociado a los fallos en los sistemas y componentes en las aeronaves Boeing de la FAE, y su incidencia en la seguridad de las operaciones, ayudarán a obtener datos importantes para el diseño de una mejora que permita evaluar la operación de las aeronaves y la efectividad de los programas de mantenimiento, proporcionando información técnica de una manera veraz y oportuna, necesaria para mejorar la planeación y el control de los servicios de mantenimiento, y de esta manera incrementar la disponibilidad de aeronaves, la seguridad y al mismo tiempo reduciendo costos derivados de averías y programas de mantenimiento inadecuados.

Justificación

La Fuerza Aérea Ecuatoriana a través del Ala de Transportes N° 11 ejecuta importantes operaciones de transporte aéreo, en las cuales transporta aproximadamente 22.000 pasajeros anualmente en las aeronaves pertenecientes a la misma. Para esto se opera con un sistema ambiguo de planificación y control

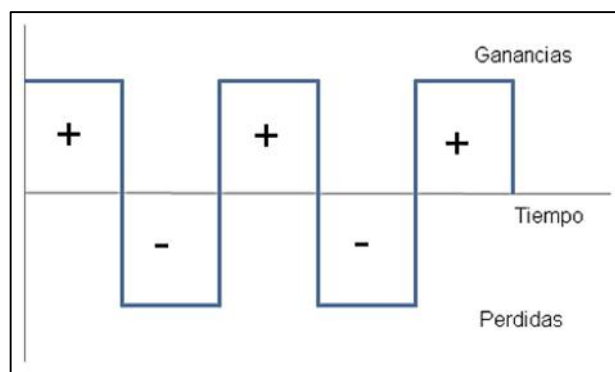
que aún con sus limitaciones ha logrado mantener un nivel aceptable de disponibilidad de sus equipos. Sin embargo con el pasar del tiempo, mantener la disponibilidad de las aeronaves se ha vuelto un punto crítico dentro de la gestión de mantenimiento debido al alto índice de fallos en los sistemas y componentes y su deficiente control. Otro punto a considerar es los recortes de presupuesto y optimización de recursos que ha afectado de forma significativa a la organización.

Es necesario desarrollar el siguiente trabajo para determinar la situación actual de la gestión del mantenimiento mediante un diagnóstico en base a las regulaciones aeronáuticas vigentes y considerando los resultados, plantear una propuesta de solución al problema que garantice la disponibilidad y seguridad de las aeronaves.

Así mismo diagnosticar el desempeño de la gestión del mantenimiento, facilitará la toma de decisiones que permita convertir la planificación y control de mantenimiento en una capacidad con mayor eficacia de respuesta a las exigencias en las operaciones programadas. Mejorando los tiempos desde que ocurre el fallo hasta que se solventa el mismo, ya que en este tiempo solo existen pérdidas económicas para la organización.

También es importante considerar que un equipo es útil cuando realiza la función para la que fue construido, por lo que no es conveniente tener constantemente equipos o sistemas en estado de falla ya que esto incide directamente en la economía de la organización. En el gráfico 1 se representan las ganancias y pérdidas de una empresa durante la fluctuación entre estado de falla y funcionamiento de cualquier equipo.

Gráfico 1: Ganancias y Pérdidas entre estados de falla y funcionamiento



Fuente: Knezevic, Jezdemir. Mantenibilidad p 207. (1996)

Objeto y Problema

El objeto de estudio de la investigación son las instalaciones y los procesos del Ala de Transportes N° 11 en la ciudad de Latacunga, específicamente las áreas de Planificación y Control, Mantenimiento y Almacén, con la colaboración del recurso humano adscrito a estas, utilizando el análisis para revelar las deficiencias y formular posibles alternativas de mejora.

El Grupo Logístico 112 opera con las aeronaves Boeing 727-200 y 737-200, las mismas que cuentan con un total de horas y ciclos desde nuevo representados en la tabla 1. Mencionadas aeronaves durante los últimos años han tenido numerosos problemas mecánicos. Esto ha causado una elevada frecuencia de estacionalidad y como producto de ello, retrasos e inconvenientes para las tripulaciones y pasajeros.

El Departamento de Aeronavegabilidad como la autoridad aeronáutica militar, ha tomado un interés particular en el problema, en el que las aeronaves Boeing han sido objeto de auditorías realizadas por mencionada autoridad, registrando varias no conformidades de tipo técnico y legal.

Gran parte del problema es técnico, las aeronaves tienen varios años de funcionamiento y el mantenimiento que se efectúa es inadecuado debido a la deficiente planificación y control del mantenimiento. Pero el factor humano también es importante, muchos fallos han sido causados por tareas de mantenimiento mal planificadas y ejecutadas, información técnica desactualizada y en condiciones inadecuadas y a destiempo.

La investigación se basa en la inadecuada planificación y control del mantenimiento, como la principal causa de frecuentes averías, lo que conlleva al incremento de fallos en los sistemas y componentes en las aeronaves Boeing de la Fuerza Aérea Ecuatoriana.

Tabla 1: Horas y Ciclos desde nuevo Aeronaves Boeing

Aeronave	Matricula	Flight Hours	Flight Cycles
727-200	FAE 620	59853:30	53268:00
737-200	FAE 630	52217:25	40904:00

Fuente: CPCM Escuadrón 1121 (2015)

Elaborado por: Ing. Kleber Hurtado C.

Campo de Acción

El desarrollo de la investigación principalmente corresponde al campo de las operaciones aeronáuticas realizadas en las aeronaves Boeing de la FAE, incluyendo la gestión del mantenimiento, las técnicas y los programas que contribuyan al mejoramiento del desempeño, y al cumplimiento de objetivos de seguridad, ambientales, legales y operacionales de la flota Boeing.

Objetivo General

Analizar la situación actual de la planificación del mantenimiento y su incidencia en los fallos en los sistemas y componentes en las aeronaves Boeing de la F.A.E, y diseñar una propuesta de mejora.

Objetivos Específicos

- Evaluar el sistema de mantenimiento utilizado actualmente en los equipos Boeing, mediante la compilación y análisis de información, para determinar las falencias del sistema y su posterior mejora.
- Identificar los puntos críticos que inciden en los fallos en los equipos Boeing, conociendo las actividades y procedimientos de la organización, con el fin de establecer los estándares necesarios en base a un mantenimiento aeronáutico recomendado.
- Diseñar una propuesta de mejora, apegada a las normas internacionales de la industria de la aviación, para la identificación, monitoreo y control de fallos en los sistemas y componentes de las aeronaves Boeing de la FAE.

Hipótesis

Para el desarrollo de la investigación se establece la siguiente hipótesis:

La inadecuada planificación del mantenimiento, es lo que conlleva al incremento de fallos en los sistemas y componentes en las aeronaves Boeing de la Fuerza Aérea Ecuatoriana.

Sistemas de Tareas por Objetivos Específicos.

A continuación se describe el desarrollo de cada uno de los objetivos y la metodología que se utilizará para desarrollar el proyecto.

Objetivo Específico 1:

- Establecimiento los principales procesos de planificación de mantenimiento de aeronaves
- Entrevista a colaboradores implicados en la gestión de la planificación del mantenimiento sobre no conformidades por parte de la autoridad aeronáutica
- Levantamiento de información mediante observación directa y revisión de formatos y registros disponibles en demoras y cancelaciones
- Registro de los datos investigados
- Presentación y análisis de resultados
- Verificación de hipótesis

Objetivo Específico 2:

- Establecimiento de la frecuencia de los principales fallos en los procesos de planificación del mantenimiento.
- Revisión bibliográfica de la frecuencia de fallos en las aeronaves
- Identificación de los equipos objeto del mantenimiento aeronáutico
- Revisión documental y bibliográfica acerca de registros y manuales de equipos
- Registro de los datos investigados
- Análisis de los eventos observados en condiciones reales

Objetivo específico 3:

- Revisión bibliográfica de acerca de metodologías para diseñar el programa de confiabilidad
- Revisión documental y registro de sistemas y componentes a analizar
- Diseño del programa de confiabilidad de aeronaves
- Representación de los datos obtenidos en el diseño del programa.
- Monitoreo del comportamiento de las aeronaves

Visión Epistemológica de la Investigación

La presente investigación se clasificó como descriptiva y se la realizó bajo la modalidad de campo. También se considera el tipo de estudio de la investigación como documental, en consecuencia para la ejecución del proyecto se usa bibliografías, planes y experiencias afines, contando con una base de datos sólida que permite soportar la parte teórica del proyecto. Finalmente, el estudio propuesto se ajusta a los propósitos del diseño de la investigación no experimental

Alcance

La presente investigación está referida al estudio y análisis de la gestión del mantenimiento aeronáutico, y la incidencia que tiene en las frecuentes fallas en los sistemas y componentes de las aeronaves Boeing de la FAE, asimismo se realiza el diseño de una propuesta de mejora , que permita observar de una manera adecuada los índices de fallas en los sistemas y componentes de las aeronaves, para de esta manera, a través de una fácil interpretación, lograr predecir la desviación de los perfiles de funcionamiento de mencionados componentes, y contribuir con la mejora de la gestión del mantenimiento y control de fallos en las aeronaves

Limitaciones.- El proyecto no pretende realizar algún cambio o modificación ni en los programas, ni en los manuales de mantenimiento de las aeronaves que operan en la Escuadrilla Boeing de la Fuerza Aérea Ecuatoriana, pero lo que si procura es generar un documento que aporte con sugerencias a las tareas de mantenimiento las cuales estará a criterio de ejecución por parte de la organización.

CAPÍTULO I

MARCO CONTEXTUAL Y TEÓRICO

Para la ejecución de la presente investigación se hizo la revisión de una serie de trabajos previos relacionados con el objeto de estudio los cuales servirán de antecedentes como aporte de información al presente estudio. Entre ellos se puede mencionar el trabajo realizado por:

Palacios Lucio (2011) *Implementación de un programa de confiabilidad, como punto de enfoque del mantenimiento en la industria de transportación aérea.*

Esta investigación fue ejecutada en la aerolínea Magní Charters en México, bajo las directrices del Instituto Politécnico Nacional, con el establecimiento de metodologías para el funcionamiento del sistema de análisis de datos, así como del sistema de acciones correctivas para devolver y mantener el estado de confiabilidad de los sistemas de aeronaves Boeing 737 series 200 y 300.

Los objetivos de esta investigación se concentraron en mostrar la importante necesidad de contar con un Programa de Confiabilidad en la industria aérea como base de la estructura del mantenimiento. Estableciendo cuáles son los sistemas y componentes que se deben llevar control, sus normas de funcionamiento para intervalos, inspecciones y pruebas, recopilando, identificando y registrando datos válidos y reales de fallos en los sistemas y componentes de las aeronaves a través del tiempo

Así mismo medir la eficacia del mantenimiento a través de un análisis estadístico de confiabilidad en los componentes, e identificar las áreas problemas y finalmente proporcionando medidas predictivas, preventivas y correctivas mediante la elaboración del programa de confiabilidad

Los resultados obtenidos de esta investigación fueron los siguientes:

Los niveles de confiabilidad en los sistemas de las aeronaves, otorgó precisamente la visualización puntual de sistemas operando fuera de los parámetros de la normalidad, permitiendo a la compañía conocer en primera instancia los sistemas que requerían un nivel más alto de especialización en lo que a capacitación correspondía, partiendo de aquí el para el establecimiento del contenido temático para el Programa de Capacitación del personal técnico aeronáutico en el año 2010. Se visualizó la necesidad de modificación del formato del libro de Bitácora de mantenimiento, ya que mucha de la información requerida para el análisis de fallas no era provista por la tripulación de vuelo, se diseñó una nueva bitácora de mantenimiento.

Se desarrolló del formato de Notificación de atención Alerta, además de establecer una metodología sencilla que identifica todos los elementos relacionados para el cumplimiento más manejable, tanto por todos los elementos de la organización, como de la autoridad aeronáutica que la evaluaba, ya sea en el rubro operacional, el de mantenimiento y el de los componentes instalados en la flota. Además se desarrolló los parámetros de evaluación del correcto funcionamiento del programa de confiabilidad, herramienta que dio a la compañía la posibilidad de ahorro por componentes a reparación u overhaul.

1.1. Caracterización

La Fuerza Aérea Ecuatoriana, como un organismo del estado cuya misión primordial es defender la soberanía del estado y mantener el control del espacio aéreo del país, cuenta con diferentes tipos de aeronaves militares, diseñadas para cumplir con misiones de combate y reconocimiento, pero también brinda un servicio muy importante que son las misiones de transporte con las aeronaves pertenecientes al Ala de Transportes N°11, desplegados en la ciudad de Latacunga.

Las Aeronaves Boeing 727-200 y 737-200, pertenecientes a la escuadrilla Boeing de esta Ala de Transportes, están diseñadas para la explotación en aerolíneas comerciales, bajo estrictas y acertadas normas internacionales que aseguran la calidad y confiabilidad en su operaciones. Estos procesos requieren el máximo de capacitación, entrenamiento, investigación, esfuerzo y concentración.

La escuadrilla Boeing tiene muy poca experiencia en este tipo de procesos ya que todo el talento humano de la Fuerza Aérea se encuentra entrenado para el uso y operación de aeronaves militares. Es posible que este antecedente sea una razón para que los equipos Boeing tengan numerosos fallos en sus sistemas y componentes, generando problemas que podrían convertirse en un potencial evento catastrófico.

Para poder evaluar los procesos de la gestión del mantenimiento en estas aeronaves, es necesario conocer los mismos en base al modelo recomendado en una organización de mantenimiento aeronáutico, tanto en normas y reglamentos aeronáuticos. Para ello, se presenta los elementos relacionados con la revisión de la literatura y bases teóricas que servirán como fundamentos para la evaluación de la gestión del mantenimiento en cuestión.

1.2. Marco Teórico

1.2.1. Historia de los Programas de Mantenimiento de Aviación.

En los albores de la aviación, (Hoyos & Lalinde, 1997) aseveran:

Los primeros programas de mantenimiento de aviones fueron desarrollados principalmente por los pilotos y mecánicos. Estos evaluaron las necesidades básicas de un avión para el mantenimiento, con base a sus experiencias individuales y crearon programas que eran simples y carentes de análisis. Las aeronaves eran overhauleadas para mantener el más alto nivel de seguridad, este fue el origen del proceso de mantenimiento conocido como **HARD TIME** (HT)

La introducción de las aerolíneas como nuevo medio de transporte exigió nuevas regulaciones, y una mayor participación por parte de las autoridades aeronáuticas en las actividades de mantenimiento. De acuerdo con (Hoyos & Lalinde, 1997), el mantenimiento continuó evolucionando y con este la aparición del proceso de mantenimiento **ON CONDITION** (OC), en este se realiza una serie de pruebas periódicas, sin remover ni desensamblar un elemento de su posición en un sistema de la aeronave, con el fin de asegurar que este se encuentra en óptimas condiciones de servicio según los rangos normales de operación.

La aparición de grandes aeronaves a reacción en los años cincuenta se centró en la necesidad de aviones más seguros y confiables, convirtiendo a los fabricantes como las principales fuentes del desarrollo de los programas de mantenimiento, es así que se pone en marcha el monitoreo, la fiabilidad y la seguridad de las aeronaves.

Con todos los avances tecnológicos y la necesidad de mantener altos índices de seguridad (Hoyos & Lalinde, 1997) afirman que:

Paralelamente a los estudios de Confiabilidad, se desarrolló en los E.E.U.U. el (MSG) (Maintenance Steering Group) de la Air Transport Association (ATA). Donde la lógica de decisión del MSG es usada para establecer que los programas de mantenimiento aseguren los niveles de Confiabilidad del diseño original del avión (p.6)

1.2.2. Origen y Avance de la Planificación

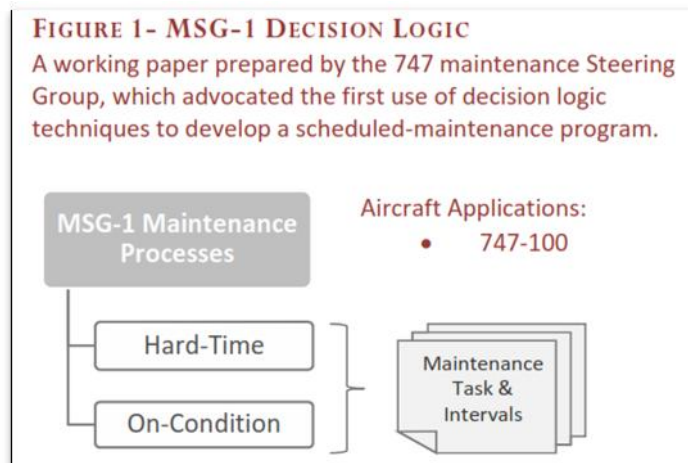
Maintenance Steering Group – MSG (Grupo Directivo/Dirección Mantenimiento)

1.2.2.1.MSG-1

De acuerdo con (Dirección General de Aviación civil, 2013), en 1968, representantes de los principales fabricantes y varias aerolíneas desarrollan el MSG-1 (Maintenance Steering Group). Que consistía en un desarrollo y evaluación de los programas de mantenimiento, basado principalmente en decisiones lógicas (DL) y la experiencia en el cumplimiento de estos programas (técnica).

Esto hizo evidente que algunos componentes no necesitaban ser overhauled periódicamente, y en consecuencia se escalonó a un segundo proceso llamado “ON CONDITION” (OC). Este proceso fue desarrollado para manejar componentes cuya condición podría ser determinada por inspección visual, medidas, pruebas o algún otro método que no fuera el overhaul.

Ilustración 1: Procesos MSG-1



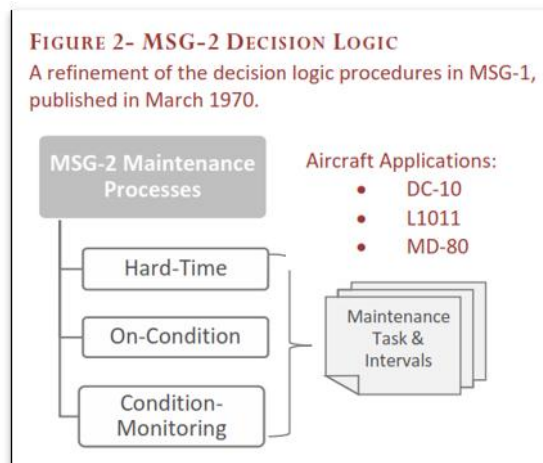
Fuente: Basics of Aircraft Maintenance Programs for Financiers (2010)

1.2.2.2.MSG-2

De acuerdo con (Dirección General de Aviación civil, 2013), al hacer un análisis de los resultados del MSG-1, fue evidente las ventajas de reevaluación de los programas de acuerdo con DL y la experiencia previa, esta vez tomando en cuenta no solo los aspectos técnicos sino también los aspectos económicos, con la intención de prevenir el deterioro de ciertos componentes y/o sistemas mediante diferentes métodos (con base en la Confiabilidad).

Estos métodos conocidos como control de confiabilidad recalcan la necesidad de mantener la cantidad de fallas debajo de valores predeterminados. Surge un nuevo proceso **CONDITION MONITORING** (CM). De acuerdo con (García, 2001), establece que “no es necesario establecer un mantenimiento preventivo para un ítem, si no que se permite que su fallo ocurra, así el ítem permanece activo hasta que falla, y su monitoreo se lo realiza mediante el programa de confiabilidad del operador”. Es así como se da origen al mantenimiento por HT, OC y CM.

Ilustración 2: Procesos MSG 2

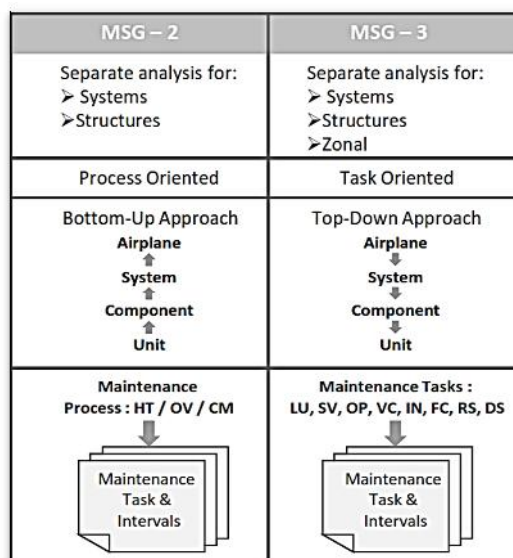


Fuente: Basics of Aircraft Maintenance Programs for Financiers (2010)

1.2.2.3.MSG-3

De acuerdo con (Dirección General de Aviación civil, 2013). En base a la experiencia de los análisis en MSG-2, se efectúa una planificación mucho más exhaustiva en base a la Confiabilidad operacional de los componentes y sistemas, para reducir y compilar tareas de trabajo que engloben actividades de mantenimiento integral. El objetivo principal es prevenir deterioros de los niveles de seguridad en la operación, producto de las fallas, buscando hacerlo en el momento “JUSTO” para que no comprometa la seguridad versus el momento económico más conveniente.

Ilustración 3: Procesos MSG-3



Fuente: Basics of Aircraft Maintenance Programs for Financiers (2010)

1.2.3. Autoridades Regulatorias.

1.2.3.1. Federal Aviation Administration (FAA).

Es la autoridad aeronáutica, que regula, motiva y desarrolla a la aviación civil promoviendo la seguridad e incluyendo tecnología a esta. También se encarga de desarrollar y operar un sistema de control de tráfico aéreo y navegación, tanto en aviones militares como civiles, realizando trabajos de investigación y controlando efectos ambientales dentro del transporte espacial de los Estados Unidos.

1.2.3.2. Dirección General de Aviación Civil del Ecuador (DGAC)

Es la autoridad aeronáutica civil en el Ecuador, esta organización se encarga de ejecutar la política aeronáutica civil nacional, asesorando al poder ejecutivo en asuntos de política aeronáutica y aeroportuaria. También, regula y controla la seguridad operacional de las actividades aeronáuticas, administrando y operando en instalaciones de aeropuertos y aeródromos, manteniendo actualizados los registros aeronáuticos del caso.

De acuerdo con (Dirección General de Aviación Civil del Ecuador, 2012), La DGAC tiene la obligación de:

- Suministrar las comunicaciones y ayudas para la navegación aérea
- Entender en todos los asuntos relacionados con la construcción y mantenimiento de la infraestructura aeronáutica y servicios de tierra conexos
- Prevenir e investigar accidentes
- Certificar a las empresas aéreas, talleres aeronáuticos y escuelas de vuelo, para que cumplan con las exigencias nacionales e internacionales en la materia.

El **Departamento de Aeronavegabilidad** de la Dirección de Mantenimiento de la Fuerza Aérea Ecuatoriana, es el departamento considerado como autoridad aeronáutica militar en la FAE, el mismo que cumple con las funciones y responsabilidades similares a la DGAC.

1.2.4. Certificaciones para Aeronaves

1.2.4.1. Certificado de Aeronavegabilidad

Según (Dirección General de Aviación Civil, 2010). “Es un documento que identifica técnicamente a la aeronave y presume que ésta reúne las características y condiciones necesarias para realizar un vuelo en forma segura, indicando que la aeronave cumple con los requisitos indicados en su certificado tipo” (p. 7)

1.2.4.2. Certificado Tipo

Según la (Dirección General de Aviación Civil, 2010). Define el certificado tipo como:

Es un documento otorgado por la autoridad aeronáutica para definir el diseño de un tipo de producto Clase I (productos aeronáuticos), aeronave, motor o hélice y certificar que dicho diseño satisface a los requisitos de aeronavegabilidad pertinentes.

Para solicitar un certificado tipo se debe presentar planos, describiendo dimensiones, materiales y procesos de fabricación, asimismo cumplir con emisiones de ruido, inspecciones, ensayos, vuelos de prueba y cumplir con la Regulation Federal Code (CFR) correspondiente. (Para transporte PART 25).

1.2.5. CFR 14 Part 25: Instrucciones para la Aeronavegabilidad Continuada

El CFR 14 Part 25 obliga a que el fabricante del avión deba entregar las instrucciones para mantener la aeronave y su aeronavegabilidad, estas instrucciones deben tener un formato de manuales acorde a la cantidad de información que garantice la aeronavegabilidad, toda esta información debe estar acorde a las especificaciones ATA 100

1.2.6. Air Transport Association of America ATA

De acuerdo con (Asociación Latinoamericana de Logística, 2011). La asociación de transporte aéreo de América (ATA), fue fundada por un grupo de 14 aerolíneas en Chicago en 1936, siendo la primera organización comercial que reunió a las primeras aerolíneas de EE.UU.

El propósito de la ATA es apoyar y asistir a sus miembros en la promoción de la industria del transporte aéreo, incrementar la seguridad, hacer eficiencia de costos y asegurar el avance tecnológico de sus operaciones. También procura unificar las posiciones de la industria frente a las autoridades nacionales y locales, conduce programas efectivos y asegura el entendimiento gubernamental y público de los aspectos relativos al ámbito aeronáutico.

1.2.6.1. ATA 100 Specifications

Las especificaciones ATA 100 fue publicado en 1956. Contiene las guías sobre el formato y contenidos para la construcción de manuales técnicos escritos por los fabricantes de aeronaves, motores y sus componentes, y que son usados por los operadores para la mantención de sus aviones. Con los avances tecnológicos se publicó otra especificación apoyada en el ATA 100, que fue la ATA Spect 2100: Digital Data Standars for Aircraft Suport. En el año 2000, ATA 100 y ATA Spec 2100 Fueron incorporadas en el nuevo ATA iSpec 2200: Information Standars for Aviation Maintenance. Buscando la estandarización, la ATA, diseñó un sistema que se conoce como ATA chapter, en el que se divide todos los sistemas del avión en capítulos.

Ilustración 4: ATA Chapter

▶AIRFRAME GENERAL 05 TIME LIMITS MAINTENANCE CHECKS 06 DIMENSIONS and AREAS 07 LIFTING and SHORING 08 LEVELING and WEIGHTING 09 TOWING and TAXIING 10 PARKING and MOORING 11 PLACARDS 12 SERVICING	▶GROUP STRUCTURE 51 STRUCTURES 52 DOORS 53 FUSELAGE 54 NACELLES / PYLONS 55 STABILIZERS 56 WINDOWS 57 WINGS
▶AIRFRAME SYSTEMS 20 STANDARD PRACTICES AIRFRAME 21 AIR CONDITIONING 22 AUTOPILOT 23 COMMUNICATIONS 24 ELECTRIC POWER 25 EQUIPMENT and FURNISHINGS 26 FIRE PROTECTION 27 FLIGHT CONTROLS 28 FUEL 29 HYDRAULIC POWER 30 ICE and RAIN PROTECTION 31 INSTRUMENTS 32 LANDING GEAR 33 LIGHTS 34 NAVIGATION 35 OXYGEN 36 PNEUMATIC 37 VACUUM 38 WATER / WASTE 49 AIRBORNE AUXILIARY POWER	▶GROUP PROPELLER / ROTOR 60 STD.PRACTICES - PROP / ROTOR 61 PROPELLERS
	▶GROUP POWER PLANT 70 STANDARD PRACTICES ENGINE 71 POWER PLANT - GENERAL 72 ENGINE 73 ENGINE FUEL and CONTROL 74 IGNITION 75 AIR 76 ENGINE CONTROLS 77 ENGINE INDICATING 78 EXHAUST 79 OIL 80 STARTING 81 TURBINES 82 WATER INJECTION 83 ACCESSORY GEAR BOXES 91 CHARTS

Fuente: www.mecanicodeaeronaves.com (2014)

1.2.7. El Programa de Inspección

1.2.7.1. Maintenance Planning Data (MPD).

De acuerdo con (Dirección General de Aviación Civil, 2012), los requerimientos de la Federal Aviation Administration (FAA), el fabricante debe proveer las instrucciones para sostener la aeronavegabilidad continuada, basándose en el Maintenance Review Board Report (MRB) y utilizando como guía los procesos del Maintenance Steering Group (MSG).

El MPD provee un programa para las tareas de mantenimiento y sus frecuencias para cada sistema, planta de poder y estructuras del avión. El objetivo principal de este manual es el de proveer la información sobre la planificación del mantenimiento necesaria, para que cada operador desarrolle un programa de mantenimiento propio (customizado).

Del MPD nace el programa de mantenimiento propio de la aeronave, de acuerdo a la operación y necesidades reales de la organización que explota la aeronave, en el

cual se identifica claramente los procesos de mantenimiento que deben ser llevados a cabo por el operador de la aeronave.

1.2.8. Tipos de Mantenimiento

En la gestión del mantenimiento aeronáutico existen tres tipos de mantenimiento, dependiendo del Tiempo de la Aeronave en Tierra (TAT) requerido.

1.2.8.1. Mantenimiento de Línea

De acuerdo con (Dirección General de Aviación civil, 2013). Es todo mantenimiento no programado resultante de eventos imprevistos; o verificaciones programadas que contienen servicios y/o inspecciones que no requieren entrenamiento, equipos o instalaciones especializadas. Este se realiza durante la operación diaria y siempre compatible al TAT, manteniendo siempre el plan y la seguridad del vuelo, y apoyándose en el Minimum Equipment List (MEL), para definir discrepancias que no puedan ser solucionadas

1.2.8.2. Mantenimiento de Base

De acuerdo con (Dirección General de Aviación civil, 2013). Es todo mantenimiento realizado en la base principal de operaciones, el cual dispone de un TAT mayor al del mantenimiento de línea, y permite una programación de trabajos más extensos, apoyándose en todo el equipamiento de soporte con que cuenta la organización. Este puede variar entre 4 y 72 horas, pudiéndose cumplir eventos típicos como chequeos menores, cambios de plantas de poder y modificaciones menores.

1.2.8.3. Mantenimiento Mayor

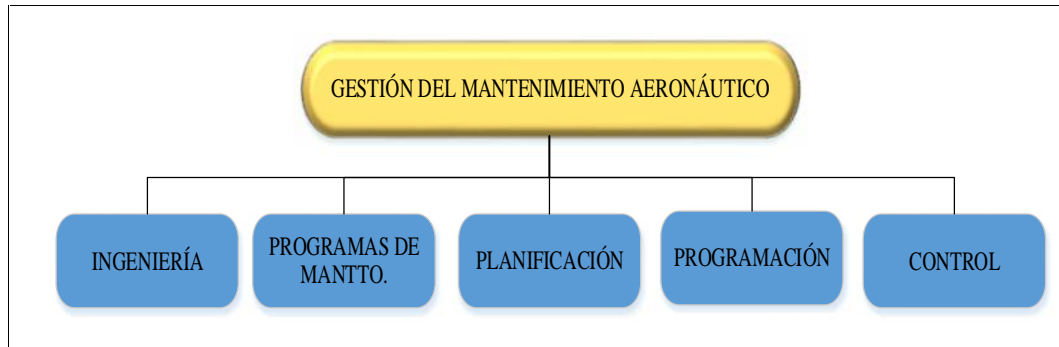
De acuerdo con (Dirección General de Aviación civil, 2013). Es el mantenimiento realizado por hangar, y en el que se realizan los chequeos mayores. Este puede variar entre 1 y 12 semanas utilizando un mayor TAT para realizar también modificaciones mayores.

A través de la planificación se define los objetivos del mantenimiento, se prevén todos los recursos necesarios y se desarrolla un plan que permita alcanzarlos.

1.2.9. Gestión del Mantenimiento Aeronáutico Recomendado

Es la función de planificar y controlar el programa de trabajo de una organización de ingeniería y mantenimiento dentro de una aerolínea. De acuerdo con (Dirección General de Aviación civil, 2013). La planificación y control del mantenimiento se estructura de la siguiente estructura:

Ilustración 4: Estructura de Planificación y Control del Mantenimiento



Fuente: Aerolíneas LAN Chile (2014)
Elaborado por: Ing. Kleber Hurtado C.

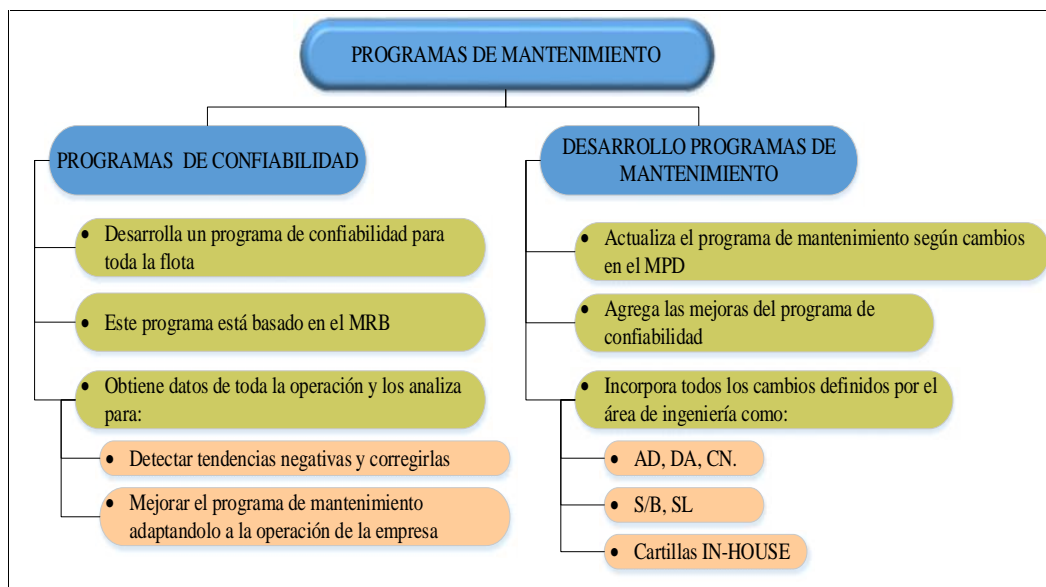
1.2.9.1. Áreas de Planificación y Control del Mantenimiento

Una organización de mantenimiento, debe apagararse a la estructura básica de planificación y control del mantenimiento aeronáutico, que permita operar de una manera eficiente y eficaz. A continuación se detalla las áreas de esta estructura:

1.2.9.1.1. Área: Programas de Mantenimiento

De acuerdo con (Dirección General de Aviación civil, 2013). Es el área responsable de definir, actualizar y mejorar los programas de mantenimiento además de implementar un **programa de confiabilidad**, con el propósito de mantener la aeronavegabilidad de los aviones de la compañía con altos índices de seguridad y una óptima relación costo/eficiencia. En la ilustración 5 se identifica la estructura y las funciones que cumple esta área.

Ilustración 5: Estructura y Funciones Área Programas de Mantenimiento



Fuente: Aerolíneas LAN Chile (2014)

Elaborado por: Ing. Kleber Hurtado C.

1.2.9.1.2. Área: Ingeniería

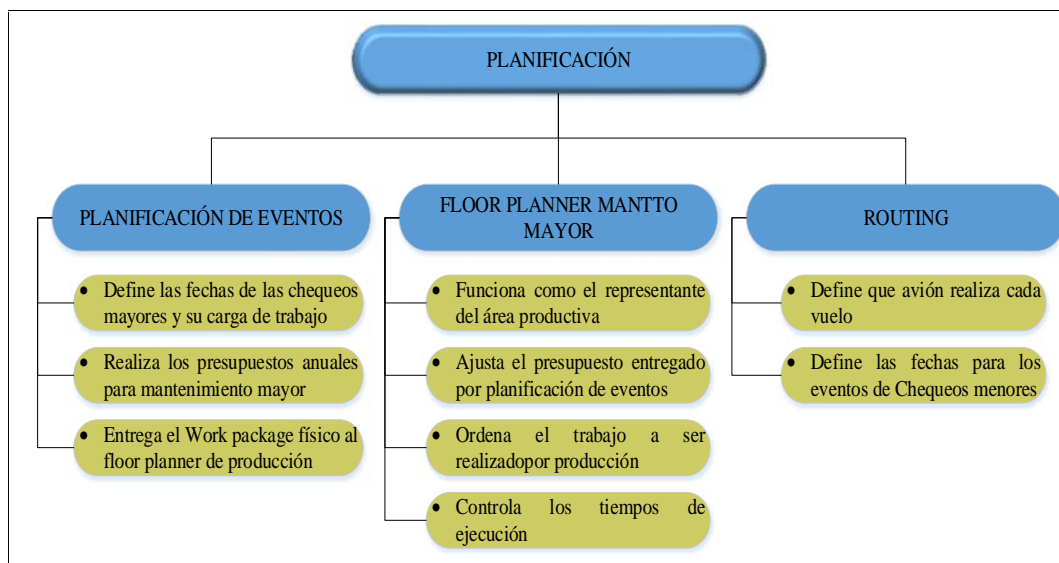
Es el área responsable por todos los servicios de ingeniería requeridos para mantener las operaciones de las aeronaves de la compañía de acuerdo a los estándares técnicos establecidos.

Se encarga de analizar la documentación emitida por las autoridades aeronáuticas, y fabricantes, definiendo la aplicabilidad y método de cumplimiento, tomando en cuenta estudios costo/beneficio. Además de obtiene la aprobación de organismos externos en el caso de reparaciones o alteraciones que no figuren en los manuales, también se encarga de la investigación y desarrollo de acciones correctivas, para dar solución a los problemas y discrepancias repetitivas descubiertas por el programa de confiabilidad.

1.2.9.1.3. Área: Planificación

Esta área es responsable de elaborar la planificación anual del mantenimiento mayor a ser ejecutado en la flota, en coordinación con las áreas productivas y en base a los paquetes de trabajo determinados por el programa de mantenimiento, los requerimientos de la compañía y la disponibilidad de hangar, herramienta y personal para cumplir con el trabajo. En la ilustración 6 se identifica la estructura y funciones del área Planificación

Ilustración 6: Estructura y Funciones Área Planificación

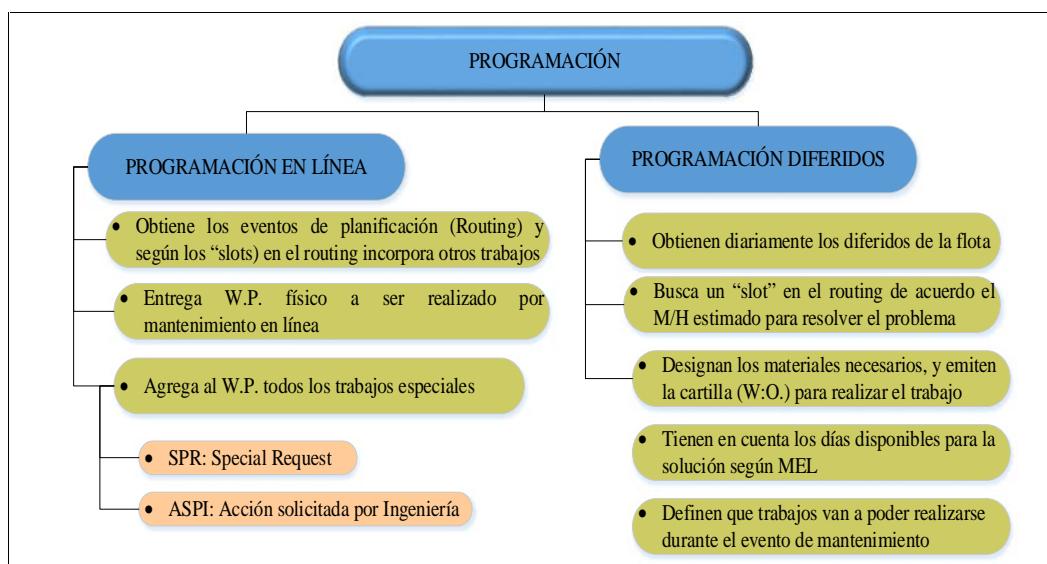


Fuente: Aerolíneas LAN Chile (2014)
Elaborado por: Ing. Kleber Hurtado C.

1.2.9.1.4. Área: Programación

El área de programación se responsabiliza de asignar los trabajos a realizar por mantenimiento línea o base, en un tiempo previamente asignado por el Routing, balanceando el TAT-Manpower-Materiales. A continuación se detalla la estructura y funciones del área de programación.

Ilustración 7: Estructura y Funciones Programación



Fuente: Aerolíneas LAN Chile (2014)
Elaborado por: Ing. Kleber Hurtado C.

1.2.9.1.5. Área: Control

En esta área es en la que se realiza actividades que aseguran que cada proceso se realice de acuerdo con lo planificado, llevando un control detallado de las tarjetas de trabajo, buscando fallas, cerrando eventos y reseteando los intervalos de trabajo. Adicional revisa el Workpackage cumplido y entrega a Record Keeping y realiza estudios sobre todo el proceso y busca mejoras.

1.2.9.2. Herramientas de Planificación y Control del Mantenimiento

Para la planificación del proyecto de mantenimiento de aeronaves, es muy común utilizar dos técnicas conocidas.

1.2.9.2.1. Carta Gantt (Diagrama de Gantt)

Desarrollado por el ingeniero mecánico Henry L. Gantt, entre 1910 y 1915. De acuerdo con (Fernandez, 2014), este diagrama es la forma habitual de presentar el plan de ejecución de un proyecto, recogiendo en las filas la relación de las actividades a realizar y en las columnas la escala de tiempos a manejar, mostrando las fechas de comienzo y finalización de las actividades y las duraciones estimadas.

1.2.9.2.2. Sistema de Redes o Método de Camino Crítico.

Dos son los orígenes del método de camino crítico:

La técnica **PERT** (Project Evaluation and Review Technique), técnica de revisión y evaluación de proyectos. Según (Dirección General de Aviación civil, 2013) esta técnica fue inventada en 1958 por la firma Allen and Hamilton de Chicago, desarrollado para la Armada de los EEUU, para controlar los tiempos de ejecución de las diversas actividades integrantes de los proyectos espaciales.

Así mismo se ha definido en varias ocasiones el método CPCM. Uno de ellos, (Silva, 2014), define:

El método **CPM** (Critical Path Method), desarrollado en 1957 en EEUU, para las firmas Dupont y Remington Rand, buscando el control y la optimización de los costos de operación de las actividades del proyecto.

Ambos métodos aportaron los elementos administrativos necesarios para formar el método del camino crítico actual. El objetivo principal de estas aplicaciones es lograr que el proyecto total sea ejecutado en el menor tiempo y al menor costo posible. (p.1)

Este sistema consiste en nodos (eventos) conectados por líneas continuas (actividades), asociadas a cada actividad hay una declaración asignando un valor numérico (tiempo necesario para completar la actividad).

Utilizando correctamente las herramientas de planificación y control del mantenimiento, se accede a ejecutar todas las tareas de mantenimiento elaborando un alcance de trabajo (Work Scope).

1.2.9.3. Work Scope (WS)-Alcance de Trabajo

De acuerdo con (Dirección General de Aviación civil, 2013), el work scope es el documento donde se reúnen los eventos de mantenimiento que deben realizarse a una aeronave/producto, en una parada/momento determinado, este debe tener las siguientes características.

- Identificar el producto Aeronáutico al que aplica.
- Indicar los eventos de trabajos a realizarse, preferiblemente estructurado de acuerdo al tipo de trabajo, indicando detalles de cumplimiento.
- Indicar los responsables de ejecución de cada evento de trabajo
- Puede indicar los tiempos de ejecución estimados
- Puede indicar los materiales para los trabajos planificados
- Debe ser susceptible a revisión/ajuste

1.2.9.3.1. Estimaciones para generar un Work Scope.

Según (Dirección General de Aviación civil, 2013) “todos los trabajos que afecten la aeronavegabilidad del avión deben mantenerse vigentes, pero no siempre pueden establecerse eventos de mantenimiento complejos o largos” (p. 22). Para reunir la mayor cantidad de trabajos en un mismo evento, es necesario conocer el estimado de fecha de cumplimiento de cada una de las tareas, e incluirlo en un Work Scope de servicio:

Estableciendo **remanentes**, para cada tarea, de acuerdo al análisis de aplicabilidad.

$$REM = HRS.EVENTO - HRS.ACTUALES$$

Estableciendo el **estimado de utilización (EU)**, de la flota/producto, por día:

Horas (Hrs. Vuelo/día) Ciclos (Cicl. Vuelos/día) Otros Intervalos

Determinando **la fecha del próximo cumplimiento (FPC)**.

$$FPC = \frac{REM}{EU} + HOY$$

Finalmente el Work Scope, ayuda a los planificadores del mantenimiento a establecer los momentos de ocurrencia, establecer los recursos necesarios, decidir las paradas programadas, efectuar reuniones pre servicio y ajustar la programación y los paquetes de trabajo del mantenimiento de las aeronaves.

Para lograr las todas las metas, el centro de planificación y control del mantenimiento (CPCM), debe balancear la carga de trabajo con las capacidades de la compañía.

1.2.9.4. Elementos para Administrar

1.2.9.4.1. Planificación de Materiales

La planificación de materiales se responsabiliza de la cotización, negociación, compra, almacenamiento y distribución de los repuestos, materiales y herramientas requeridos para la mantención de las aeronaves de la compañía y de la cantidad de estos productos

1.2.9.4.2. Clasificación de Materiales

De acuerdo con (Fuerza Aérea Ecuatoriana, 2014). Los materiales para el mantenimiento aeronáutico se clasifican en:

Consumibles: Es un elemento que puede ser utilizado una sola vez y luego debe ser desechado.

Expandible: Es un elemento que no cuenta con un procedimiento de reparación autorizado pero que no necesariamente debe ser reemplazado al ser sometido a mantenimiento.

Reparable: Es un elemento compuesto de partes reemplazables, comúnmente de reparación económica, al cual pueden restituirse sus cualidades.

Rotable: Es un elemento que puede ser económicamente restituido repetidas veces durante su vida operativa.

Junto con el presupuesto del año próximo que se realiza y entrega los listados con los materiales, herramientas, y equipos que se requiere para cada evento de mantenimiento.

1.2.9.4.3. Optimización de la Mano de Obra

La planificación de la mano de obra es un factor que relaciona la cantidad de personal necesario para producir una determinada cantidad de horas de vuelo, en un período de tiempo determinado. El planificador debe estar preparado para lidiar con la falta de tiempo y recursos para realizar los trabajos, tomando en cuenta que una fuerza de trabajo balanceada con el trabajo disponible es ideal para disminuir sustancialmente los costos de mantenimiento.

1.2.9.4.4. Planificación de equipos e instalaciones

Son todas las actividades relacionadas con definir, adquirir y proveer los equipamientos necesarios para realizar los trabajos de mantenimiento requeridos para la compañía en instalaciones acondicionadas que prioricen la seguridad y la eficiencia del personal, así como también la integridad de la flota de la manera más económica posible. Se debe definir el tamaño del hangar, espacio de talleres, espacio de oficinas, iluminación, distancias, lugares para limpieza, lugares para pintura de aeronaves y equipos de apoyo.

1.2.10. Perspectiva de la Planificación

1.2.10.1. Para la Autoridad Aeronáutica

- Llevar registros requeridos (horas ciclos, rutas, etc)
- Mantener información verídica y actualizada sobre la utilización
- Mantener resguardos documentales bien almacenados, durante el tiempo establecido y que estén disponibles para sus presentación

1.2.10.2. Para el cliente

- Que las aeronaves tengan aptitud legal y que no se planifiquen paradas innecesarias
- Las mismas expectativas que la autoridad aeronáutica
- Que no se invierta dinero en un momento en el que no sea necesario
- Aprovechar el tiempo de la aeronave en tierra

1.2.10.3. Para el proveedor del servicio

- Conocer a que se debe llevar control y de qué manera
- Utilizar los medios disponibles para llevar los controles y mantenerlos
- Identificar y manejar los aspectos que pueden interferir para cumplir las necesidades y expectativas de la autoridad aeronáutica y del cliente

1.2.11. Ventajas de la Planificación

Se evita incurrir en los desperdicios y crear un proceso LEAN FACTURING (manufactura esbelta) generando las siguientes ventajas:

- Se reduce los tiempos de preparación, sincronizando cantidades y tiempos entre procesos, haciendo solo lo necesario
- Se sincroniza flujos y se balancea cargas de trabajo
- Se realiza una mejor distribución de las localizaciones, para hacer innecesario el manejo de transporte y se racionaliza aquellos que no se puedan eliminar
- Mejor distribución de procesos (reingeniería de procesos)
- Se acorta los tiempos de preparación y respuesta en los inventarios.
- Mejoramiento en tiempos y movimientos en los procedimientos de mantenimiento
- Se desarrolla aptitudes para prevenir defectos y re-trabajos

1.2.12. Errores en la Planificación del mantenimiento

- Falta de conocimiento debido al aumento en el número y variedad de los activos físicos.

- Pensamiento paradigmático, frente a cambios en el diseño e incorporación de tecnología
- Desatención de las expectativas, como mayor seguridad, respeto al medio ambiente, alta disponibilidad y menor costo.
- Complacencia ante métodos de planificación y mantenimiento arcaicos.
- Falta de asertividad durante cambios en las organizaciones y sus responsabilidades

1.2.13. Efectos de Errores en la Planificación

- Defectos, fallos y trabajos de mantenimiento mal realizados
- Sobre producción, es decir sobremantenimeinto o mantenimiento innecesario.
- Falta o vencimiento de inventario
- Movimientos innecesarios de personas
- Esperas y demoras en las operaciones
- No utilizar la creatividad e inteligencia de la fuerza de trabajo.

1.3. Valoración Crítica

La planificación del mantenimiento en las aeronaves Boeing de la FAE, incluye varios procesos importantes y congruentes, dependiendo del criterio, operación y necesidad de la organización de mantenimiento, adoptar un sistema ya establecido, o adecuarlo a la realidad de esta es de gran importancia para el cumplimiento de objetivos y metas organizacionales.

Los procesos de planificación, establecen un sistema estructurado que permiten llevar un control y asegurar las operaciones de las aeronaves. En el Centro de Planificación y Control de mantenimiento de los aviones Boeing, estos procesos son llevados con la mejor predisposición, pero con un conocimiento escaso, y obviando involuntariamente ciertos procesos necesarios que aseguren la calidad del producto.

Varios son los procesos factibles que necesitan ser establecidos, entre ellos un sistema de control de fallos de sistemas y componentes que certifique la seguridad en las operaciones aéreas, y que contribuya con la gestión del mantenimiento. Por

supuesto regido en las normas y regulaciones establecidas por la autoridad aeronáutica correspondiente.

1.4. Análisis de Tendencias

El incremento de fallas en los sistemas y componentes en las aeronaves, hacen suponer que la gestión del mantenimiento no está siendo aplicada de una forma adecuada, situación que compromete la calidad y la seguridad del producto. La efectiva aplicación de las normas y métodos recomendados por la administración y las autoridades, así como los procedimientos conexos, contribuye de sobremana al logro de resultados deseados en la organización.

Con el objeto de mantener un alto nivel de seguridad, la autoridad aeronáutica reguladora de la FAE, observa a sus grupos de mantenimiento de manera regular mediante inspecciones y auditorías de vigilancia, determinando las deficiencias para luego alentar a los grupos de mantenimiento a aplicar medidas correctivas.(ver ilustración 8).

Los porcentajes en los niveles de cumplimiento evidencian el desacierto en la gestión del mantenimiento, varios son los procesos que necesitan ser revisados y aplicados. La presente investigación busca que después de un estudio más profundo se demuestre que la gestión de la planificación y control de mantenimiento es un factor que inciden en los fallos en las aeronaves Boeing de la FAE, para posterior a esto, proponer el diseño de un programa que contribuya al mejoramiento en el control de fallos, y con esto de la planificación, la calidad y la seguridad en las operaciones aéreas de las aeronaves.

Ilustración 8: Resultados de Auditorías al Grupo Logístico 112



Fuente: Ala de transporte N° 11 (2015)

Elaborado por: Ing. Kleber Hurtado C.

1.5. Estándares para las Mejores Prácticas del Mantenimiento

La revisión de la bibliografía muestra los criterios en la definición de estándares para las mejores prácticas de la gestión de la planificación del mantenimiento recomendado y utilizado mundialmente por las aerolíneas comerciales, De acuerdo con (Dirección General de Aviación Civil, 2013), estos criterios coinciden en establecer los siguientes puntos como estándares recomendados.

- Cumplimiento del programa de inspección de cada aeronave
- Cumplimiento de regulaciones aeronáuticas
- Cumplimiento de los requerimientos de la organización
- Control por tareas de Mantenimiento programado y no programado
- Control por tipos de tareas
- Control por habilitaciones
- Gestión de la planificación por recursos (monetarios/documentales)
- Gestión de la planificación por Record Keeping (archivos)

1.6. Fundamentación de la Investigación

El Grupo Logístico N° 112 de la FAE actualmente tiene la misión y responsabilidad de transportar personal, material y suministros a diferentes zonas del país y en ocasiones fuera de él, según estadísticas de vuelo en las aeronaves Boeing se transporta anualmente 24.000 pasajeros entre personal civil y militar y, obligando con esto a mejorar la seguridad de estas aeronaves. Razón por la cual el correcto mantenimiento mediante adecuados procesos de planificación y control es esencial en la operación, asegurando el funcionamiento óptimo de los sistemas y componentes.

El actual mantenimiento de las aeronaves se lo realiza con la mejor predisposición y utilizando los medios existentes teniendo un elevado número de fallos, con esta realidad se tiene un promedio del 40% de disponibilidad de aeronaves, promedio que podría elevarse sustancialmente mediante un control más acertado de la realidad de la organización, lo que influiría notoriamente en los altos gastos asociados generalmente a mantenimiento por averías y sobremantenimeinto no requerido.

El deficiente control de fallos en sistemas y componentes, ha conducido a la presencia de averías que no se pueden solventar de una manera oportuna, ya sea por falta de presupuesto, stock, información, mano de obra calificada, programas de mantenimiento inadecuados y planificación a destiempo.

Al realizar un estudio de la gestión de mantenimiento de la organización, desde la parte administrativa, departamentos y talleres, será posible determinar cuáles son los procesos más críticos en el Grupo. Asimismo se evidencia que la gran mayoría de los mantenimientos se realizan el momento de ocurrir los daños mayores, es decir se práctica únicamente el mantenimiento correctivo, este mecanismo no es recomendable si se pretende resultados productivos y soluciones con una visión a largo plazo.

El planificador es el que genera la necesidad de trabajos de mantenimiento para ejecución de la parte técnica, en muchos de estos casos se realiza este procedimiento sin bases estadísticas, lo que provoca que se realice un mantenimiento integro, así este no sea necesario, provocando pérdidas para la

organización y lo más importante descuidando los trabajos de mantenimiento que en verdad si necesitan ser realizados.

Se lleva un control de fallos de sistemas y componentes superficial, ya que se realiza únicamente un nivel de alerta de daños repetitivos de componentes, sin tener en cuenta datos históricos y niveles normales de funcionamiento, este sistema puede declarar erróneamente el mantenimiento de un sistema o componente. De igual forma el sistema no contempla un control que incluya datos estadísticos y cálculos recomendados de flota, componentes mayores, llantas, frenos, sistemas y componentes, que contribuya con la planificación y control del mantenimiento.

Ante este problema, la autoridad aeronáutica ha realizado auditorías, levantando no conformidades a la organización de mantenimiento con respecto a la planificación del mantenimiento y al control de la confiabilidad. Es por ello que los comandantes de Grupo y Escuadrón conjuntamente con el Centro de Planificación y Control, están comprometidos a colaborar con el desarrollo de una posible solución al problema y con esto mejorar la calidad y la seguridad de las operaciones en las aeronaves Boeing.

1.7. Bases Teóricas.

El estudio sobre la gestión del mantenimiento aeronáutico es un tema que viene dando varios inconvenientes a la mejora organizacional, la planificación y el control del mantenimiento, así como los procesos implícitos en esta área necesitan ser analizados y corregidos.

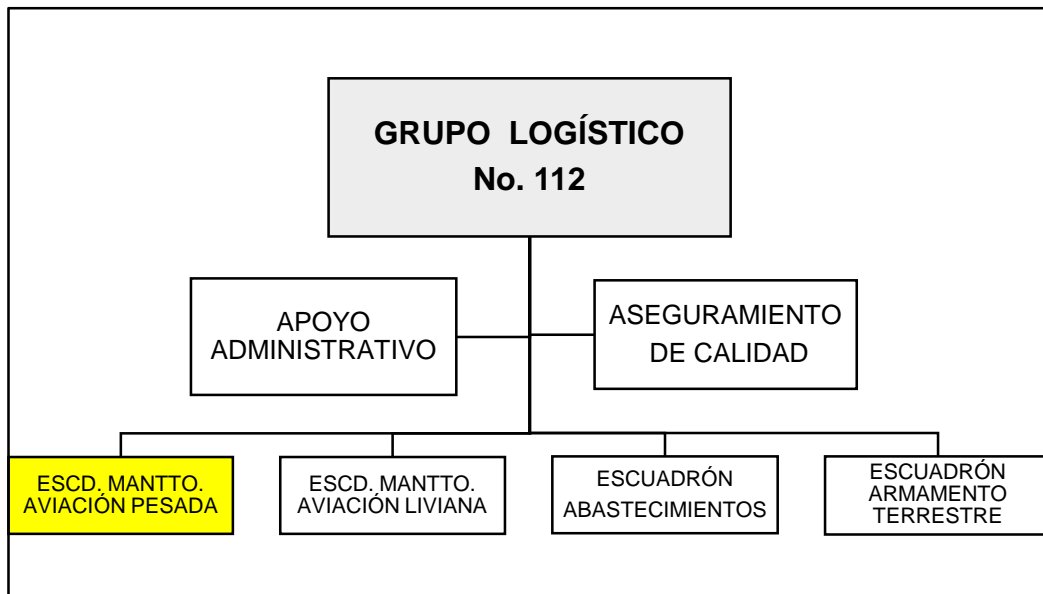
La Fuerza Aérea Ecuatoriana, a través del Ala de Transportes N° 11 y sus aeronaves, cumple con misiones muy importantes de reconocimiento y transporte, entre estas aeronaves se encuentran los equipos Boeing 727-200 y 737-200. Aviones que requieren una planificación adecuada y acorde a las necesidades a las que fueron construidas.

En el Ala de transportes N° 11 existe la una organización de mantenimiento que es el Grupo Logístico N° 112 que tiene una estructura definida que se muestra a continuación

1.7.1. Grupo Logístico N° 112

Ejecuta procesos técnicos y administrativos para dirigir las actividades que se realizan en el escuadrón de mantenimiento de Aviación Pesada N° 1121, así como también el aseguramiento de la calidad.

Ilustración 9: Organigrama Grupo Logístico N° 112

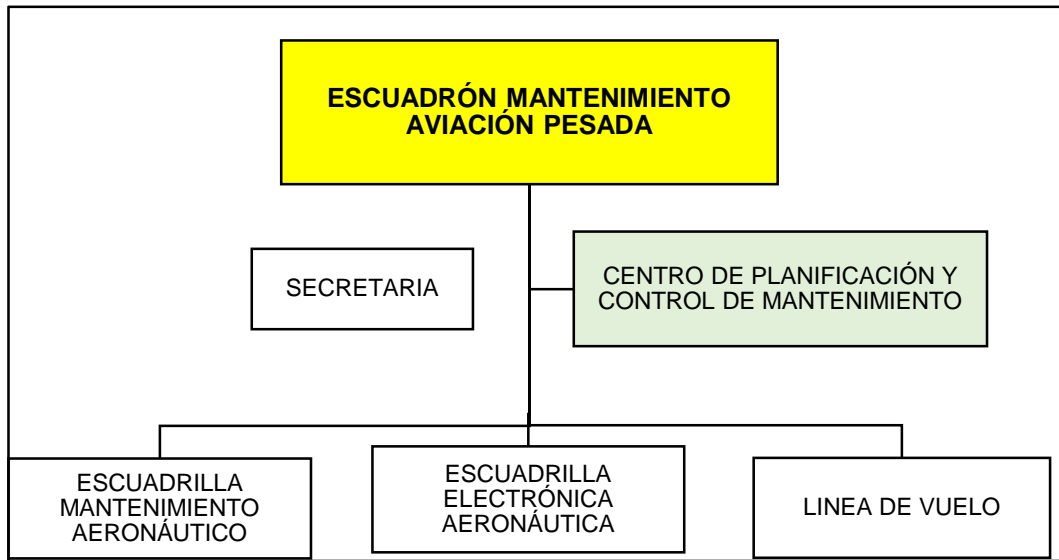


Fuente: Manual General de Mantenimiento (2014)

1.7.2. Escuadrón de Mantenimiento Aviación Pesada N° 1121

Cumple el programa de mantenimiento de las aeronaves, que se realiza a través de las Escuadrillas de Mecánica y Electrónica Aeronáutica, incluyendo el equipo de apoyo en tierra y vuelo, conducido por el Centro de Planificación y Control de Mantenimiento.

Ilustración 10: Organigrama del Escuadrón N°1121

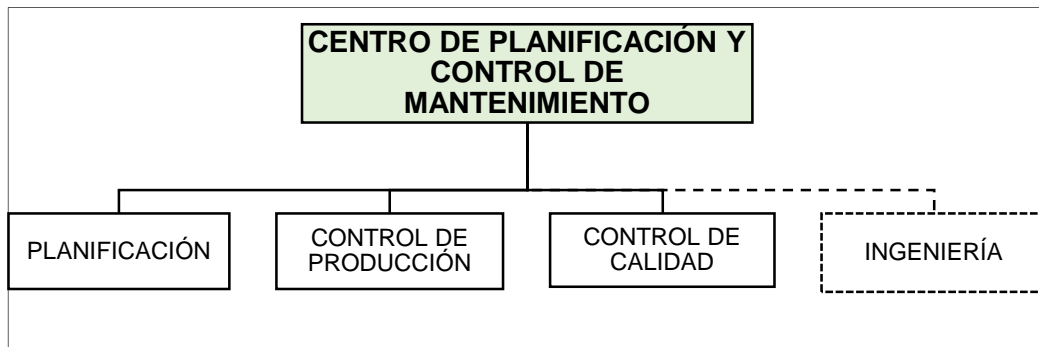


Fuente: Manual General de Mantenimiento (2014)

1.7.3. Centro de Planificación y Control de Mantenimiento

Es el departamento encargado de planificar, organizar y controlar la ejecución de los procedimientos técnicos y administrativos que se realizan en las escuadrillas de mecánica y electrónica aeronáutica.

Ilustración 11: Estructura del CPCM



Fuente: Manual General de Mantenimiento (2014)

Dentro de las funciones del departamento existe la de, generar y analizar y controlar los datos estadísticos de operación de las aeronaves, motores, hélices y componentes, para proyectar la planificación de mantenimiento (Fuerza Aérea Ecuatoriana, 2014).

Así mismo, analizar las alertas de Confiabilidad, reportes diferidos y reportajes, para determinar las acciones correctivas y/o caza fallas requeridas para su

solución definitiva. Reportar las acciones cumplidas sobre las alertas a la Sección de Confiabilidad. (Fuerza Aérea Ecuatoriana, 2014).

1.7.4. Campo Legal

El estudio está sustentado en la estructura legal estipulada en las regulaciones técnicas de aviación civil RDAC 145 2012 y Directivas Técnicas de la Fuerza Aérea Ecuatoriana 2012, en el subcapítulo C-2 dice: Un Programa de planificación y control aprobado le da la autoridad al transportador aéreo para revisar las limitaciones de tiempo en servicio para Overhaul, inspecciones, y chequeos de estructura de la aeronave, motores, hélices, componentes, dispositivos y equipo de emergencia. El transportador aéreo describe los procedimientos detallados para revisar estas limitaciones de tiempo en su programa, que es aprobado por la Autoridad. La vigilancia de la Autoridad asegura que los procedimientos se siguen y son efectivos. (Dirección de Mantenimiento de la Fuerza Aérea, 2010)

Todo esto comprende establecer acciones preventivas encaminadas a disminuir incidentes, mejorar las condiciones de seguridad, controlar y disminuir costos de operación y aumentar la productividad.

1.7.5. Hipótesis y Determinación de Variables

La inadecuada planificación del mantenimiento, es lo que conlleva al incremento de fallos en los sistemas y componentes en las aeronaves Boeing de la Fuerza Aérea Ecuatoriana.

Y se determina las siguientes variables:

Variable independiente.- Planificación del mantenimiento aeronáutico

Variable dependiente.- Fallos en los sistemas y componentes

1.7.6. Operacionalización de Variables

Tabla 2: Operacionalización Variable Independiente

VARIABLE INDEPENDIENTE: PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO AERONÁUTICO						
DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍNDICE O UNIDAD DE MEDIDA	TÉCNICA	INSTRUMENTO METODOLÓGICO	ÍTEM
“PLAN GENERAL, METÓDICAMENTE ORGANIZADO Y FRECUENTEMENTE DE GRAN AMPLITUD, PARA OBTENER UN OBJETIVO DETERMINADO” (FERNÁNDEZ, 2014 P.11)	GESTIÓN	ORGANIZACIÓN	EFICIENCIA	ENTREVISTA, OBSERVACIÓN.	LISTA DE VERIFICACIÓN, GUÍA DE OBSERVACIÓN	LISTA, GUÍA
		MÉTODOS DE PLANIFICACIÓN	EFICIENCIA	ENTREVISTA, OBSERVACIÓN.	LISTA DE VERIFICACIÓN, GUÍA DE OBSERVACIÓN	LISTA, GUÍA
		HERRAMIENTAS	CANTIDAD	ANÁLISIS DOCUMENTAL ENTREVISTA, OBSERVACIÓN.	REGISTROS, LISTA DE VERIFICACIÓN GUÍA DE OBSERVACIÓN	FORM. FAE 002, LISTA, GUÍA
		ORGANIZACIÓN TALLER	EFICIENCIA	ENTREVISTA, OBSERVACIÓN.	LISTA DE VERIFICACIÓN, GUÍA DE OBSERVACIÓN	LISTA, GUÍA
		CONTRATACIÓN	CALIDAD	ENTREVISTA, OBSERVACIÓN.	LISTA DE VERIFICACIÓN, GUÍA DE OBSERVACIÓN	LISTA, GUÍA
		PERSONAL Y FORMACIÓN	NÚMERO DE CAPACIDADES	ENTREVISTA, OBSERVACIÓN.	LISTA DE VERIFICACIÓN, GUÍA DE OBSERVACIÓN	LISTA, GUÍA

Continuación.

VARIABLE INDEPENDIENTE: PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO AERONÁUTICO						
DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍNDICE O UNIDAD DE MEDIDA	TÉCNICA	INSTRUMENTO METODOLÓGICO	ÍTEM
“PLAN GENERAL, METÓDICAMENTE ORGANIZADO Y FRECUENTEMENTE DE GRAN AMPLITUD, PARA OBTENER UN OBJETIVO DETERMINADO” (Fernández, 2014 p.11)	GESTIÓN	CONTROL ACTIVIDADES	EFICIENCIA	ENTREVISTA, OBSERVACIÓN	LISTA DE VERIFICACIÓN, GUÍA DE OBSERVACIÓN, REGISTROS	LISTA, GUÍA, FORMA FAE-MGM-093,(092), (091) (349)
		DOCUMENTALES	DISPONIBILIDAD DE LITERATURA TÉCNICA	ENTREVISTA, OBSERVACIÓN ANÁLISIS DOCUMENTAL	REGISTROS, LISTA DE VERIFICACIÓN GUÍA DE OBSERVACIÓN	LISTA, GUÍA FORMA FAE-MGM-101, (102)
		LOGÍSTICA	CANTIDAD DE STOCK	ENTREVISTA, OBSERVACIÓN ANÁLISIS DOCUMENTAL	LISTA DE VERIFICACIÓN, GUÍA DE OBSERVACIÓN, REGISTROS	FORM. FAE AC 002, FORM. FAE AC 009 LISTA, GUÍA

Elaborado por: Ing. Kleber Hurtado C.

Tabla 3: Operacionalización Variable Dependiente

VARIABLE DEPENDIENTE: FALLOS EN LOS SISTEMAS Y COMPONENTES							
DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	SUBINDICADORES	ÍNDICE O UNIDAD DE MEDIDA	TÉCNICA	INSTRUMENTO METODOLÓGICO	ÍTEM
LA INCAPACIDAD DE UN COMPONENTE PARA EJECUTAR SU FUNCIÓN ESPERADA, CON LÍMITES ESPECIFICADOS. (Solano 201 p. 114)	TÉCNICO	REPORTES DE PILOTOS TÉCNICOS Y TALLER		NUMERO DE FALLOS	ANÁLISIS DOCUMENTAL	REGISTROS	FORMA FAE-MGM-091,(349), (092), (093) FORM. FAE 781
		INCIDENTES TÉCNICOS		MINUTOS	ANÁLISIS DOCUMENTAL	REGISTROS	FORM. FAE-FDT-001
		ESTADISTICAS		TENDENCIAS	ANÁLISIS DOCUMENTAL	REGISTROS	FORM. FAE FDT-001
		REMOCIÓN DE COMPONENTES NO PROGRAMADOS		NUMERO DE REMOCIONES	ANÁLISIS DOCUMENTAL	REGISTROS	FORMA FAE-MGM-091,(349), (092), (093) FORM. FAE 781
		REPORTES DE MOTOR y APU		NUMERO DE CORTES	ANÁLISIS DOCUMENTAL	REGISTROS	FORMA FAE-349 FORMA FAE-MGM-091 FORM. FAE 781
		DEMORAS Y CANCELACIONES		CANTIDAD	ANÁLISIS DOCUMENTAL	REGISTROS	FORM. FAE-FDT-001
		TIPO	SISTEMAS	ATAS	ANÁLISIS DOCUMENTAL	REGISTROS	REGISTRO CONTROL DE REPORTAJES
		TIPO	COMPONENTES	SUB-ATAS	ANÁLISIS DOCUMENTAL	REGISTROS	REGISTRO CONTROL DE REPORTAJES

Elaborado por: Ing. Kleber Hurtado C

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

En este capítulo se muestra la metodología de la investigación, exponiendo la figura metodológica acogida, la estrategia de búsqueda y el diseño metodológico de las fases de la investigación realizada.

2.1. Paradigma

A continuación se exponen los métodos, técnicas y procedimientos para la ejecución del proyecto, la presente investigación se clasificó como descriptiva, a tal respecto, (Chávez, 2007), afirma que “los estudios descriptivos consisten en la caracterización de un hecho, fenómeno o grupo con el fin de establecer su estructura o comportamiento” (p. 50).

En este sentido, este tipo de investigación tiene interés netamente técnico, orientado a la interpretación y la transformación de datos reales como objeto de estudio.

Además, la investigación se realiza bajo la modalidad de campo, debido a que esta modalidad permite recolectar datos de la realidad en forma directa. En este sentido (Tamayo y Tamayo, 2003), afirma que este tipo de investigación consiste en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos sin manipular o controlar variable alguna (p. 110).

También se considera el tipo de estudio de la investigación como documental, ya que según lo indicado por (Chávez, 2007), “La finalidad de los estudios documentales es recolectar la información a partir de documentos escritos y no escritos susceptibles a ser analizados y pueden clasificarse como investigaciones cualitativas o cuantitativas” (p.137).

En consecuencia para la ejecución del proyecto se usa bibliografías, planes y experiencias afines, contando con una base de datos sólida que permite soportar la parte teórica del proyecto.

Finalmente, el estudio propuesto se ajusta a los propósitos del diseño de la investigación no experimental. Como señala (Kerlinger, 1979). “La investigación no experimental o ex-post-facto es cualquier investigación en la que resulta imposible manipular variables o asignar aleatoriamente a los sujetos o a las condiciones” (p. 116). Ya que este se realiza sin manipular deliberadamente las variables, sino que se observan situaciones ya existentes en la organización.

2.2. Unidad de Análisis

Un punto encajado en el marco metodológico del proyecto de investigación, es la delimitación de la población. Según (Chávez, 2007), “La población es el universo de la investigación sobre la cual se pretende generalizar los resultados. Está constituida por características o estratos que permiten distinguir los sujetos unos de otros” (p. 164). De acuerdo con los propósitos de la investigación, se aplicó el método no probabilístico, ya que este muestreo desconoce la probabilidad que tienen los elementos de la población para integrar la muestra.

Para la presente investigación, la unidad de análisis a estudiar la compone una población finita, representada por las áreas de Planificación y Control, Jefe de Producción del Mantenimiento y Jefe de Almacén, encargados de la gestión de mantenimiento de los equipos Boeing 727-200 y 737-200 de la Fuerza Aérea Ecuatoriana, en la cual se encuentra un total de 20 personas que colaboraron en la con la presente investigación.

2.3. Técnicas de Recolección de Datos

Para la elaboración de la presente investigación utiliza las técnicas de la entrevista mediante una lista de verificación, observación directa, revisión documental y bibliográfica.

La escala de respuesta utilizada es en función de la situación de la organización del siguiente modo:

- 2 si el cumplimiento del requisito es razonablemente completo,
- 1 si el cumplimiento es parcial,
- 0 si el cumplimiento es totalmente nulo, y
- N si la cuestión no es aplicable a la organización.

La puntuación del subapartado deberá obtenerse en porcentaje, dividiendo la puntuación por el número total de cuestiones aplicables a la organización, es decir:

$$\text{Puntuación subapartado (\%)} = 100 \times \text{suma puntos subapartado} / (2 \times \text{número cuestiones aplicables})$$

Para la obtención de datos en la variable independiente: planificación del mantenimiento aeronáutico, su dimensión la gestión y sus respectivos indicadores representados en la operacionalización, se utilizó las siguientes técnicas de recolección de datos.

2.3.1. Entrevista Personal.- Con esta técnica se obtiene datos significativos de manera personal y directamente de los encargados de la gestión de la planificación del mantenimiento aeronáutico. Para (Hernández & otros, 1991). “En esta situación, un entrevistador aplica el cuestionario a los respondientes (entrevistados). El entrevistador ejecuta la entrevista realizando las preguntas al respondiente y va anotando las respuestas. Las instrucciones son para el entrevistador” (p. 158).

Esta fue estructurada mediante una lista de verificación elaborada bajo las mejores prácticas recomendadas por las normas nacionales e internacionales y utilizadas mundialmente para organizaciones de mantenimiento aprobadas (Dirección General de Aviación Civil del Ecuador, 2012), incluyendo las variables, dimensiones e indicadores seleccionados para la investigación, con un total de 62 ítems incluidos entre todos los indicadores.

Los ítems estuvieron distribuidos en cada una de los indicadores y variables como se indica en la tabla 4. El modelo de la lista de verificación utilizada se muestra en el Anexo A.

Tabla 4: Distribución de ítems en el cuestionario

INDICADOR	N° DE ÍTEMS
Organización del mantenimiento	6
Métodos y sistemas de planificación	9
Logística	10
Organización del taller de mantenimiento	5
Contratación	5
Herramientas y medios de prueba	7
Documentación técnica	4
Personal y formación	10
Control de actividades	6

Fuente: Investigación (2015)

Elaborado por: Ing. Kleber Hurtado C

2.3.2. Observación directa- Con esta técnica se obtiene contacto directo con los elementos en los cuales se presenta la anomalía que se pretende investigar. Para (Hernández y Cortés, 1982) “Observación directa, es aquella en que el investigador observa directamente los casos o individuos en los cuales se produce el fenómeno, entrando en contacto directo con ellos; sus resultados se consideran datos estadísticos originales, por esto se llama también a esta investigación primaria”.

La información obtenida mediante esta técnica permite poseer detalles de las variables planteadas y el manejo e interpretación de resultados

La guía se constituyó con las variables e indicadores de la investigación, incorporando aspectos relativos a la mejora de la gestión del mantenimiento (Ver anexo B), a continuación se muestra los ítems identificados en la guía de observación.

Tabla 5: Distribución de ítems en la guía de observación

INDICADOR	N° DE ÍTEMS
Organización del mantenimiento	5
Métodos y sistemas de planificación	6
Logística	4
Organización del taller de mantenimiento	3
Contratación	4
Herramientas y medios de prueba	5
Documentación técnica	3
Personal y formación	5
Control de actividades	3

Fuente: Investigación (2015)

Elaborado por: Ing. Kleber Hurtado C

De igual manera para la recolección de datos en la variable dependiente: Fallos en los sistemas y componentes, su dimensión la gestión y sus respectivos indicadores representados en la operacionalización, se utilizó las siguientes técnicas de recolección de datos.

2.3.4. Revisión Documental.- Para recolectar la información se utiliza la técnica de revisión documental de la información existente del mantenimiento aeronáutico realizado en la Escuadrilla Boeing (Grupo Logístico Ala 11), con el objetivo de tener una base real que permita cumplir los propósitos del proyecto.

Se utilizó los registros existentes en el CPCM, con el objetivo de complementar la información requerida en la guía de observación y la entrevista.

2.3.5. Revisión Bibliográfica.- También se utilizó este instrumento en la obtención de la información, apoyándonos en documentación técnica del fabricante, registros, formatos, normas, publicaciones de la organización y de los entes reguladores, internet y otras fuentes, así establecer los fundamentos teóricos prácticos que sirvieron de soporte para el proyecto de investigación y desarrollo. A continuación se muestra los indicadores identificados para la bibliografía, internet y otras fuentes.

Tabla 6: Indicadores Variable Fallos

VARIABLE	INDICADORES
Fallos en los sistemas y componentes	Registro de Tiempos de operación. (Estadísticas)
	Utilización y promedio de aviones
	Reportes de Piloto
	Reportes Diferidos
	Incidentes técnicos:
	Remoción de Componentes No programados:
	Monitoreo de motores y APU (Auxiliar Power Unit)
	Demoras y cancelaciones
	Reportes de Discrepancias en Servicios (Fallo en sistemas y componentes):

Fuente: Investigación (2015)

Elaborado por: Ing. Kleber Hurtado C

2.4. Procedimiento.

Luego de describir algunas consideraciones con respecto a la investigación, se estructura un sistema de procedimientos por objetivos para la recolección de datos, reducción de problemas y diseño de una propuesta.

- 2.4.1. Se realizó una revisión y análisis de las bases teóricas en las áreas de gestión y planificación del mantenimiento aeronáutico, se evaluó y diagnóstico la planificación de acuerdo a los requerimientos de la autoridad aeronáutica y nacional e internacional, para lo cual se realizó revisión y consulta en bibliografía, registros, formatos, certificaciones, información técnica del fabricante, normas de aviación civil y militar, publicaciones técnicas e Internet.(Ver Anexo C) Esta revisión permitió establecer la frecuencia e identificar los fallos de los sistemas y componentes en las aeronaves Boeing de la FAE.
- 2.4.2. Se identificó y operacionalizó las variables del proyecto de investigación, trabajo que sirvió para la elaboración de los instrumentos de recolección de la información válida para el desarrollo de la investigación.
- 2.4.3. Se diseñó y elaboró un instrumento de recolección de datos (lista de verificación), y se aplicó al personal implicado en la gestión de la planificación y control del mantenimiento. Dentro del instrumento de recolección de información, se definieron fundamentalmente diez

aspectos: Organización del mantenimiento, Métodos y sistemas de planificación, Logística, Organización del taller de mantenimiento, Contratación, Herramientas y medios de prueba, Documentación técnica, Personal y formación, y Control de actividades.

- 2.4.4. Se diseñó una guía de observación que permitió saber y evaluar la gestión y planificación del mantenimiento a través de las variables propuestas y se consolidó los resultados de la entrevista con este punto.
- 2.4.5. Se realizó la aplicación de los instrumentos de recolección de datos a la muestra seleccionada (revisión documental y bibliográfica).
- 2.4.6. Posterior a esto se realizó la tabulación y el análisis de los datos obtenidos, transformándolos a información válida para la evaluación de la gestión y planificación del mantenimiento permitiendo así determinar la incidencia que tiene la planificación del mantenimiento en los fallos en los sistemas y componentes de las aeronaves Boeing de la FAE.

El análisis realizado para cualificar los datos recolectados de la entrevista y la guía de observación fue de tipo estadística descriptiva, netamente a través de frecuencias, porcentajes, promedios y gráficos. Asimismo la revisión documental del CPCM ayudó y sirvió para el análisis y comprensión de las tendencias de los datos obtenidos en la entrevista y guía de observación elaboradas.

Posterior al análisis separado de los resultados de la entrevista y la guía de observación, se realizó una matriz unificada de datos que permitió diagnosticar mediante un promedio de los dos resultados y graficando el resultado final para mejor entendimiento. Con esto se logra definir qué aspectos inciden en los fallos en los sistemas y componentes de las aeronaves.

2.4.7. Para el resultado final se estableció la siguiente escala:

95-100% / Excelente: Existen valores de mantenimiento clase mundial, excelente competitividad.

85-95% / Bueno: El sistema de mantenimiento entra en valores de clase mundial pero existen pequeñas brechas, buena competitividad.

75-85% / Aceptable: Existe un sistema de mantenimiento controlado, existe el conocimiento de las mejores prácticas de mantenimiento y se evidencia la

iniciación en las mismas con oportunidades de continuar mejoras para superar el 85%, competitividad ligeramente baja.

65-75% / Regular: Existe un sistema de mantenimiento básico pero se desconocen las mejores prácticas del MCM, aceptable sólo si se está en proceso de mejora, baja competitividad.

< 65% / Deficiente: No existe un sistema de mantenimiento aceptable, competitividad muy baja.

2.4.8. Se considera en mejorar en los aspectos más representativos según la investigación, procediendo a realizar el diseño de una propuesta que contribuya a mejorar la planificación del mantenimiento en el Centro de Planificación y Control del Mantenimiento de las aeronaves Boeing de la FAE.

CAPÍTULO III

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

En este apartado se muestran los resultados alcanzados del análisis del escenario actual de la planificación de mantenimiento en las aeronaves Boeing de la FAE y su incidencia en los fallos en los sistemas y componentes de los aviones, y la posible solución para mejorar la situación actual. El análisis se desarrolló siguiendo el procedimiento detallado en el marco metodológico y las variables planteadas previamente.

3.1. Diagnóstico de la Situación Actual

3.1.1. Variable Planificación del Mantenimiento Aeronáutico

En la evaluación de la situación actual, se aplicó al CPCM, Jefe de Producción del Mantenimiento y Jefe de Almacén, con un cuestionario con 62 preguntas conteniendo en el mismo 09 indicadores, para el diseño se usó como referencia lo propuesto por (González, 2004) y (Duffuaa, 2002). A continuación se muestran los resultados alcanzados a través de la aplicación de los instrumentos de recolección de datos planteados en el capítulo anterior mediante la entrevista y observación se obtuvo los siguientes resultados:

3.1.1.1. Presentación de Resultados

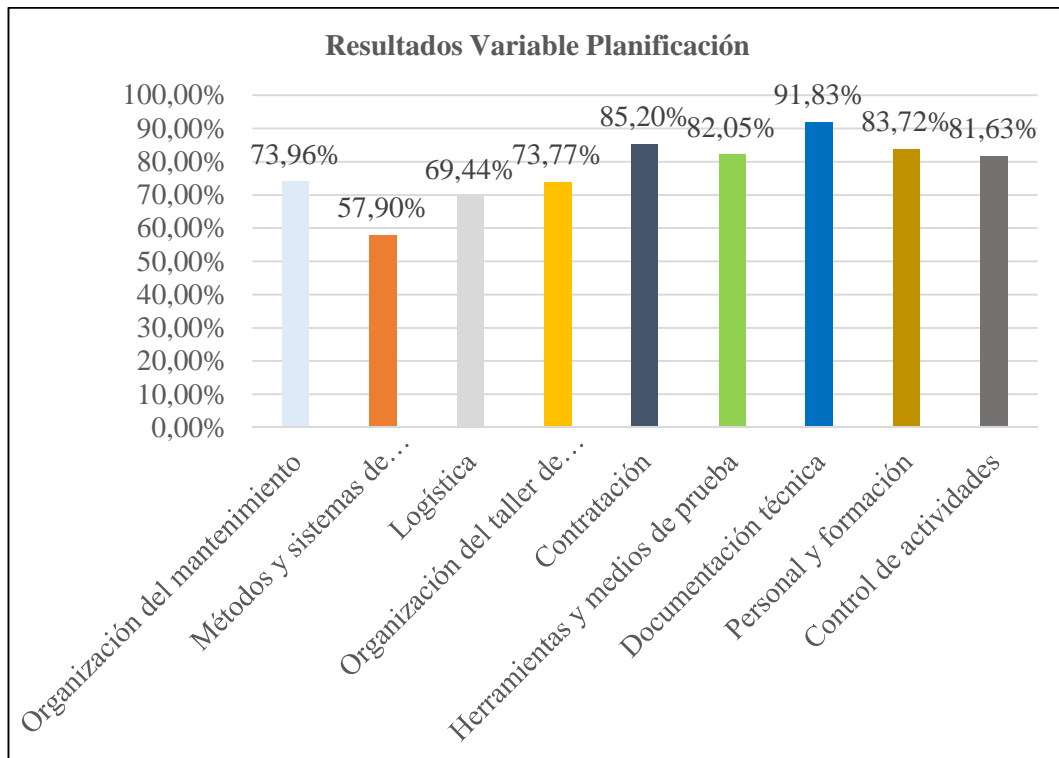
Una vez aplicado la lista de verificación y la guía de observación en las áreas de Planificación y Control, Jefe de Producción del Mantenimiento y Jefe de Almacén, la percepción que tienen los colaboradores de este centro referente a la planificación del mantenimiento de las Aeronaves Boeing, se obtiene los resultados correspondientes mostrados en la tabla 7 y en el gráfico 2.

Tabla 7: Variable Planificación del Mantenimiento

INDICADOR	PORCENTAJE OBTENIDO		
	LISTA DE VERIFICACIÓN	GUÍA DE OBSERVACIÓN	TOTAL
Organización del mantenimiento	73,48%	74,44%	73,96%
Métodos y sistemas de planificación	61,63%	54,16%	57,90%
Logística	72,32%	66,57%	69,44%
Organización del taller de mantenimiento	75,21%	72,33%	73,77%
Contratación	88,03%	82,37%	85,20%
Herramientas y medios de prueba	80,66%	83,44%	82,05%
Documentación técnica	93,70%	89,96%	91,83%
Personal y formación	84,83%	82,61%	83,72%
Control de actividades	84,93%	78,33%	81,63%
PROMEDIO	79,42%	76,02%	77,72%

Elaborado por: Ing. Kleber Hurtado C

Gráfico 2: Variable Planificación del Mantenimiento



Elaborado por: Ing. Kleber Hurtado C

3.1.1.2. Análisis de Resultados

En los resultados de la entrevista, se puede observar que el personal de Planificación y Control, Jefe de Producción del Mantenimiento y Jefe de Almacén del Centro de Planificación y Control de Mantenimiento, considera que la gestión de la planificación del mantenimiento dentro de la organización se encuentra en un porcentaje global de 79,42%. Así mismo los resultados obtenidos mediante la aplicación de la guía de observación, reflejaron la cercanía a los resultados obtenidos mediante la lista de verificación, en los cuales se obtuvo un valor total de (76,02%), estableciendo correlación entre ambos puntos de vista.

Adicional a esto con la aplicación de la revisión documental de los archivos y registros existentes en el centro de control y planificación de mantenimiento CPCM se completó y aseveró la información recolectada con base en la lista de verificación y guía de observación.

En la tabla 7 y gráfico 2 se presenta un resultado total de (77,72%), lo que indica que la gestión de mantenimiento del CPCM de la FAE Latacunga, se encuentra en una condición “Aceptable” con respecto a las regulaciones aeronáuticas vigentes, existe el conocimiento de las mismas y se evidencia su iniciación, pero existen oportunidades de mejoras para cerrar brechas y superar este nivel.

3.1.1.2.1. Indicador “Métodos y Sistemas de Planificación”

Realizando un análisis en los puntajes particulares de la entrevista, la variable en la que se obtuvo el menor porcentaje (61,63%) fue “Métodos y Sistemas de Planificación”. Por otro lado en la aplicación de la guía de observación, se obtuvo un puntaje de (54,10%). Con lo que se evidencia que el proceso se encuentra en un nivel deficiente, cabe indicar que este porcentaje es mucho más bajo que el obtenido en el mismo ítem en la guía de verificación. Asimismo se considera que no se está aplicando eficientemente los métodos y sistemas de planificación de mantenimiento

Mediante la entrevista, observación y la revisión documental, se demostró que la variable “Métodos y sistemas de planificación”, es el área en la que existen más problemas de gestión. Esta área cuenta con procedimientos y estándares para las acciones de mantenimiento que no son eficientes para la realidad en la que se

opera las aeronaves, en este sentido se trabaja con un plan maestro anual de mantenimiento, cronograma semanal de actividades y control diario de horas de funcionamiento de los equipos, todo esto no puede ser realizado de una manera correcta por que no se realiza un manejo de fallos y daños que provea información predictiva válida para la planificación. El análisis de la documentación revisada coincide con los resultados con las técnicas utilizadas previamente con las variables de planificación, logística y organización del mantenimiento, tomando en cuenta criterios de prioridad que permitan garantizar en todo momento la continuidad de operaciones.

3.1.1.2.2. Indicador “Logística”

La siguiente variable que denota bajo valor dentro de la gestión en la entrevista es “Logística” con (72,32%), y en la guía de observación con un 66,57% indicando con ello que existen debilidades en el área de logística y abastecimientos, aérea que mantiene una estrecha relación con el área de planificación.

El área de “Logística” es uno de los puntos que cuenta con ciertos problemas en la organización del mantenimiento, pues a pesar de que se tiene un stock de repuestos y se abastece de la mejor manera para mantenimiento menor, tiene deficiencias al realizar pedidos de material para mantenimiento no programado y mayor, es importante manifestar que esta área mantiene una estrecha relación con el área de planificación en el aspecto que realiza los pedidos que el área de planificación realiza el requerimiento, adicional también depende del presupuesto planificado previamente.

3.1.1.2.3. Indicador “Organización del Mantenimiento”

Finalmente otra variable que cabe mencionar es “Organización del mantenimiento”, que obtuvo como resultado un porcentaje de (73,48%) en la lista de verificación y de 72,33 en la guía de observación, lo que permite inferir que en la parte organizacional existe deficiencias, tanto en la participación e involucramiento activo de la parte directiva, como en el personal del centro de planificación investigado.

Las variables “Organización de mantenimiento” y “Organización del taller de mantenimiento”, es una parte muy importante dentro de la organización de

mantenimiento la revisión realizada indicó que en el aspecto organizacional existe varias fortalezas que corresponder ser potenciadas, así mismo debilidades que es necesario corregirlas. Un problema esencial que se tiene es la falta de participación por parte del nivel gerencial. Se evidencia que existe falta de liderazgo y ausentismo del mismo, es menester manifestar que esta situación actualmente está mejorando gracias a las inspecciones, auditorías e investigaciones previas.

3.1.1.2.4. Indicador “Documentación Técnica”

Por último hay que indicar que existe concordancia con los resultados de la entrevista el mayor puntaje fue para la variable “Documentación técnica” con 89,96%, considerado como una gestión buena.

La revisión de documentos y registros, en el proceso de gestión de mantenimiento se evidencia que existe una completa gestión en la “Documentación técnica, Contratación, Personal y formación” que asume sus responsabilidades de acuerdo a los lineamientos que deben regir a la organización en lo que refiere al aspecto de mantenimiento. Así mismo, se cuenta con una “Herramientas y medios de prueba y el control de actividades” con aspectos mínimos de gestión, que ciertamente establece sistemas que resultan efectivos entre los involucrados, lo que permite determinar que existe problemas mucho más relevantes en otras áreas.

3.1.1.2.5. Indicador “Contratación”

En lo referente a “Contratación” es uno de las fortalezas dentro de la organización, ya que se ha logrado tener una estrecha relación con el Centro de Mantenimiento Aeronáutico, entidad adscrita a la Fuerza Aérea con amplia trayectoria en el mantenimiento aeronáutico y que contribuye enormemente a la consecución de los objetivos de la FAE. Con esta ayuda se ha logrado obtener los mejores avances dentro del departamento. En la gran mayoría las actividades de mantenimiento programadas reciben prioridad y son ejecutadas cumpliendo su frecuencia y tiempos de ejecución. Las técnicas de mantenimiento preventivo son aplicadas de manera deficiente razón por la cual no se puede anticipar a un evento de mantenimiento y tener un plus en este aspecto.

Este tipo de actividades en su mayoría no se las realiza o se evade, una de las razones es por desconocimiento en este tipo de procesos o por complacencia por parte del personal encargado de la planificación. Como un punto deficiente dentro de esta variable, se conocen y divulgan tendencias actuales de mantenimiento como mantenimiento centrado en confiabilidad (MCC), mantenimiento productivo total (MPT), pero no se encuentran debidamente aplicados.

3.1.1.2.6. Indicador “Control de Actividades”

En lo que respecta a “Control de actividades”, está claro que mantiene una gestión aceptable que puede ser mejorada, situación que coincide con los resultados de la guía de verificación y guía de observación. Se manifiesta dentro de los registros y archivos, informes regulares de controles de mantenimiento, organización, norma, costes, equipamiento etc. Pero también se evidencia que esta situación puede ser mejorada a través de la gestión.

3.1.1.2.7. Indicador “Personal y Formación”

Finalmente, se demuestra que en la variable “Personal y formación” al comprobar que la organización se encuentra permanentemente formando al personal de técnicos con capacitación y formación tanto a nivel nacional como en el extranjero, con el objetivo principal del cumplimiento de los procedimientos y la normativas adoptados por la organización. Por otro lado existe la debilidad de formación al personal del centro de planificación y control, ya que se ha tomado de forma complaciente la capacitación de los mismos, actividad que ha generado vacíos tanto en el personal como en la planificación del mantenimiento. Adicionalmente, existe el interés por mejorar la situación y se está planificando formación y entrenamiento a esta área principal de la organización.

3.1.1.2.8. Discusión Final

Con los resultados obtenidos se demuestra con certeza que gran parte de las discrepancias presentadas en la investigación concatenan con la variable de “Métodos y sistemas de planificación”, ya que por esta aérea se controla y maneja todo lo concerniente al mantenimiento de las aeronaves, detalles como mantenimiento programado, no programado, preventivo y predictivo, el personal, material, información técnica, área de trabajo, herramienta, tiempo, partes y

repuestos que son requeridos para cada evento y deben ser previstos por este Centro de control y planificación.

Dentro de la organización de mantenimiento existen reuniones semanales, en las cuales se revisa todo lo referente a la gestión del mantenimiento, con el fin de mantener un control de trabajos que permita conocer cuál es la situación actual de las aeronaves. Para este informe de gestión se hace mucho énfasis a la disponibilidad de aeronaves y equipos como un indicador muy importante, sin embargo, deben ser incluidos varios indicadores que permitan hacer un correcto seguimiento del proceso de mantenimiento y todo lo correspondiente a este.

Continuamente a este resultado se realiza el análisis documental y de incidencia que tiene la planificación con respecto a la variable “Fallos en sistemas y componentes” identificado a continuación:

3.1.2. Variable Fallos en Sistemas y Componentes

El análisis y revisión documental de fallos en las aeronaves se lo realizó en los registros, archivos, documentación técnica del fabricante, regulaciones de aviación nacional e internacional y otros documentos referentes a la investigación, haciendo énfasis en los indicadores ya planteados para esta variable y demostrados a continuación:

Tabla 8: Resultados Variable Fallos

INDICADORES	DEFICIENCIAS
Registro de Tiempos de operación. (Estadísticas)	Deficiencias en información cruzada
Utilización y promedio de aviones	Registros insuficientes
Reportes de Piloto	Errores en registro
Reportes Diferidos	Ninguna
Incidentes técnicos:	No existe registros de este punto
Remoción de Componentes No programados:	Registros insuficientes
Monitoreo de motores y APU (Auxiliar Power Unit)	No existe seguimiento de fallos, eventos de mantenimiento y eventos F.O.D.
Demoras y cancelaciones	No existe registros
Reportes de Discrepancias en Servicios (Fallo en sistemas y componentes):	Control deficiente de fallos

Elaborado por: Ing. Kleber Hurtado C

3.1.2.1. Indicador “Registro de Tiempos de operación.” (Estadísticas)

Existe un registro de horas y ciclos de cada una de las aeronaves, llevado a cabo responsablemente por un área estadística en el CPCM, estos registros ayudan a mantener un control de eventos de mantenimiento programado. Sin embargo, se apreció que no se lleva una coordinación de estos datos entre todas las aéreas del departamento, evidenciándose que existen ciertos errores de registro que posteriormente son corregidos, pero conllevan a utilización de tiempo y retrasos en la planificación. (Ver Anexo C)

3.1.2.2. Indicador “Utilización y promedio de aviones”

En general el promedio de aeronaves es controlado y registrado por estadística presentando una adecuada y efectiva organización. Referente a este punto, se observa que no se lleva un registro de utilización diaria de aeronaves, esto con el fin de hacer una planificación proyectada y que a través de esto el CPCM pueda prever los eventos de mantenimiento futuros.

3.1.2.3. Indicador “Reportes de Piloto”

Los Reportes de Piloto, son descubrimientos de anomalías registrados por la Tripulación durante cualquier período de Vuelo. Mencionados reportes son registrados en el Libro Bitácora de acuerdo a los procedimientos establecidos.

La información demandada en el formato de reportes es:

- Aeronave.
- Numero de Vuelo.
- Itinerario
- Fecha y hora.
- Etapa del vuelo en que se presentó la falla.
- Descripción de la falla y quien la emite.
- Acción tomada y quien la aplica.

El departamento de mantenimiento cuenta con un formato de reportes de pilotos y técnicos, por lo que cada uno de ellos están en la obligación de registrar todas las fallas que se presenten en las aeronaves tanto en vuelo como en tierra, gran parte de este punto es incumplido por desconocimiento y por errores básicos. Es

importante recalcar que actualmente se está trabajando en este aspecto ya que es objeto de varias no conformidades por parte de la autoridad aeronáutica.

De igual manera el registro de mencionados reportes es deficiente e indiferente a los requerimientos de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo, las alertas de fallos obedecen a decisiones subjetivas, en las que el supervisor de control de calidad se encarga de informar, casi sin acciones correctivas subsecuentes.

Existe la predisposición de realizar acciones correctivas ante esta situación crítica, pero se percibe un desconocimiento de sobre que se debe realizar con toda esta información, y la importancia que tiene aplicar un método que permita procesar y mejorar el mantenimiento.

3.1.2.4. Indicador “Reportes Diferidos”

Son los Reportes de Piloto ó Inspección que no pueden ser atendidos antes de su próximo vuelo, los cuales se encuentren contenidos y cumplen con los requerimientos del MEL (Minimum Equipment List)

La información requerida es:

- Número.
- Fecha de Apertura.
- Código ATA del MEL.
- Categoría.
- Descripción del problema.
- Acción tomada.
- Estación
- Componente instalado (n/p y n/s).
- Componente removido (n/p y n/s).
- Fecha de cierre.

3.1.2.5. Indicador “Incidentes técnicos”

Los Incidentes técnicos contemplan un reporte de mal funcionamiento que conlleve a regresos de pista, regresos de vuelo, aborto de decolaje, vuelos ferry,

aterrizaje en aeropuerto alternativo, etc. No se encontró registro/archivo alguno que demuestre un control de este contenido.

Esta información es importante, para tener una referencia en la cual se puede trabajar históricamente y hasta realizar ajustes a los programas de mantenimiento, es necesario desarrollar un registro que permita fundamentar, para procesar y hacer seguimiento de incidentes técnicos.

3.1.2.6. Indicador “Remoción de Componentes No programados”

La remoción no programada, es un indicador significativo de falla de un Sistema, por lo que se debe tomar en cuenta, que su avería logra ser una causa o es tan solo una consecuencia de fallos. Los cambios de componentes deben estar registrados y documentados.

Se determinó que la remoción no programada de componentes no se encuentra debidamente registrada, y no se lleva un control que permita obtener información válida para ser utilizada para el mantenimiento predictivo, es importante para la ejecución de las actividades de planificación de mantenimiento conocer cuantos y cuales componentes han sido removidos y a que intervalos, esto con el fin de mantener un control y más aun de ítems críticos o de daño repetitivo.

3.1.2.7. Indicador “Monitoreo de Motores y APU” (Auxiliar Power Unit)

Es una base de recolección de datos, en lo que parámetros corresponde, este consta de varios aspectos relevantes para el establecimiento del comportamiento funcional, tanto de Motores como de A.P.U., este debe tener la siguiente información:

- Datos del monitoreo de parámetros básicos en diferentes etapas.
- Consumos de los fluidos de trabajo (combustible y aceite).
- Reportes de Piloto, demoras y/o reportes de Inspección, referidos a Motor ó APU.

En este aspecto se detectó que debe hacerse énfasis en el desarrollo de registro y control de reportes de fallos en el motor. En forma general debe hacerse un seguimiento de fallos y eventos de mantenimiento de los motores de las aeronaves que favorezca a la planificación de los mismos.

Así mismo para este control se debe tomar en cuenta los eventos F.O.D. con y sin remoción con el fin de aplicar mejoras en el sistema de mantenimiento y específicamente en línea de vuelo.

3.1.2.8. Indicador “Demoras y cancelaciones”

Las demoras por perturbaciones mecánicas, son los tiempos no programados en que son atendidos eventos en los cuales el equipo de Vuelo no cuenta con las condiciones mínimas de Aeronavegabilidad requeridas para despacho, debido al mal funcionamiento de algún Sistema.

Son los informes de todas las demoras y cancelaciones mayores de quince minutos que se han ocasionado durante el día anterior, dicho informe es elaborado por el jefe de línea de vuelo. Esta información es codificada y ordenada, de acuerdo a la descripción del problema que generó la demora o cancelación, acompañado de las acciones correctivas a llevarse a cabo.

La información requerida es:

- Numero de Vuelo.
- Aeronave.
- Fecha.
- Estación.
- Tiempo de la demora.
- Descripción de la demora.
- Acción tomada.

En control de las demoras y cancelaciones, se pudo observar el desconocimiento de la importancia que representa este sistema de información para la medición y seguimiento de indicadores de confiabilidad, disponibilidad y costos de mantenimiento. De acuerdo con información recopilada solamente se emplea los formatos de reportes de fallos ya indicados en párrafos anteriores.

3.1.2.9. Indicador “Reportes de Discrepancias en Servicios” (Fallo en sistemas y componentes)

Los reportes de discrepancias se refieren a todos los datos de fallas y/o anomalías, obtenidos durante el proceso normal de la aplicación de alguna

tarea programada (Servicios, AD's, SB's, Pruebas en Banco, Inspecciones funcionales, etc.). Clasificándolo necesariamente por ATA a la que se refiere, así como los reportes históricos previos.

Finalmente el CPCM cuenta con un control deficiente de fallos en sistemas y componentes, por lo que cada sistema como componentes de las aeronaves no tiene definido un registro para su identificación plena.

Mediante al revisión documental se corroboró que el control por sistemas y componentes es deficiente, ya que se encontró registros magnéticos, que vagamente identifica los sistemas y componentes para ser controlados en cada aeronaves.

Ilustración 12: Control de Fallos utilizado por la Organización

FUERZA AEREA ESCUADRON MANTENIMIENTO AVIACION PESADA N° 1121 REGISTRO DE REPORTAJES AVION FAE 620					
ORDEN	ATA	S.ATA	DISCREPANCIA	SISTEMA	FECHA
1	25	60	requiere cambio del tobogan de la puerta R1 por caducidad	equipment furnishing	09-jul-09
2	26	0	req cambio de valve fuel shut-off P/N 10-60529-2 S/N 1102 defectuoso	fire proteccion	09-jul-09
3	22	10	auto pilot inoperativo no engancha	auto-flight	09-jul-09
4	32	40	llanta No 2 baja	landing gear	09-ago-09
5	23	20	vhf No 2 inoperativo	comunications	09-ago-09
6	23	20	req desmontar tranceiver vhf nO 1	comunications	10-ago-09
7	24	30	al conectar bateria suena alarma de fuego	electrical power	19-ago-09
8	22	10	al conectar ias-hold con PA conectado, no engancha este modo lado piloto	auto-flight	27-ago-09
9	5		req realizar insp 120 hrs	time limits mantemaince	29-ago-09
10	26	10	test de fuego en fire wall No 3 no realiza test	fire proteccion	31-ago-09
11	5		req inspeccion de 120 hrs	time limits mantemaince	31-ago-09
12	32	40	req cambio de llanta tren principal No 1 en lonas	landing gear	31-ago-09
13	32	40	req cambio de llanta tren principal No 3 en lonas	landing gear	31-ago-09
14	77	10	indicador epr motor 2 de indicacion erronea todo el tiempo	engine indication	03-sep-09
15	26	10	no realiza test fuego apu	fire proteccion	19-sep-09
16	27	50	al momento de bajar flaps en aterrizaje hubo split de flaps	flight controls	25-sep-09
17	32	40	req cambio ruedas tren nariz por desgaste	landing gear	13-oct-09

Fuente: Centro de Planificación y Control de Mantenimiento Boeing FAE.

Al mismo tiempo se realizó un registro por ATAS de Sistemas y componentes que deben ser controlados mediante un programa eficiente (Ver Anexo D)

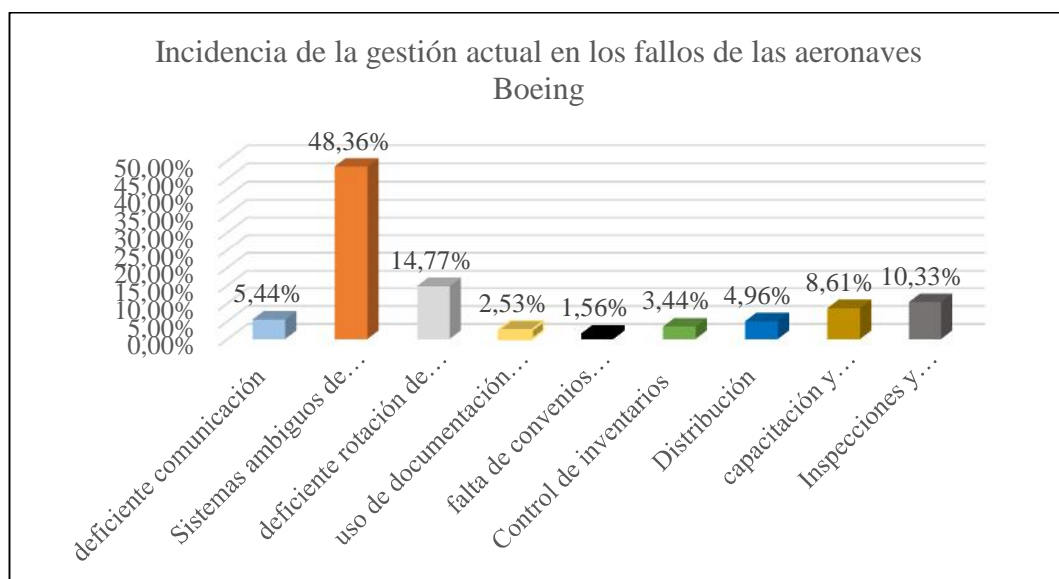
3.1.3. Incidencia de la gestión actual en fallos de sistemas y componentes

Tabla 9: Incidencia de la gestión en los fallos de las aeronaves Boeing

VARIABLE	PROCESO	PORCENTAJE DE INCIDENCIA
Organización del mantenimiento	Comunicación	5,44%
Métodos y sistemas de planificación	Sistemas ambiguos de planificación y control	48,36%
Logística	Rotación de stock	14,77%
Organización del taller mantenimiento	Uso de documentación técnica	2,53%
Contratación	Convenios técnicos	1,56%
Herramientas y medios de prueba	Control de inventarios	3,44%
Documentación técnica	Distribución	4,96%
Personal y formación	Capacitación y evaluación periódica	8,61%
Control de actividades	Inspecciones y auditorías internas	10,33%
TOTAL		100,00%

Fuente: Investigación
Elaborado por: Ing. Kleber Hurtado C

Gráfico 3: Incidencia de la gestión en los fallos de las aeronaves Boeing



Fuente: Investigación
Elaborado por: Ing. Kleber Hurtado C

Como se puede observar en la tabla 9 y el gráfico 3, claramente los sistemas ambiguos de planificación y control son los procesos que más inciden en los fallos en los sistemas y componentes de las aeronaves Boeing de la FAE, con esto se evidencia que el mayor problema dentro de la organización está centrado justamente en la planificación y control del mantenimiento aeronáutico, proceso al cual se debe aplicar mejoras para la consecución de los objetivos organizacionales.

3.1.4. Oportunidades de Mejora

En este apartado se analiza los resultados obtenidos mediante la lista de verificación, guía de observación y revisión documental en cada una de las variables propuestas para la investigación, con el objetivo de establecer oportunidades de mejora para la Gestión del mantenimiento que permita incrementar la eficiencia en el área productiva. Esto se encuentra reflejado a continuación en la tabla 10.

Tabla 10: Oportunidades de Mejora en Gestión del mantenimiento

INDICADOR	OPORTUNIDADES DE MEJORA
Organización del mantenimiento	Comunicación entre todos los niveles de la organización
Métodos y sistemas de planificación	Implementación de sistemas y programas de planificación y control
	Ajustes en programaciones y control de eventos de mantenimiento
Logística	Desarrollo de tiempos de reposición de repuestos y materiales
	Eficiencia en la rotación de stock
Organización del taller de mantenimiento	Mejora continua
Contratación	Mejora continua
Herramientas y medios de prueba	Control mensual de inventario de herramientas
Documentación técnica	Mejora continua
Personal y formación	Procedimientos de evaluación periódica de los técnicos
Control de actividades	Auditorías periódicas a la organización

Continuación.

INDICADOR	OPORTUNIDADES DE MEJORA
Horas y ciclos	Comunicación y cruce de información entre registros
Utilización y promedio de aviones	Implementación de registros claros
Reportes de pilotos y técnicos	Capacitación y socialización
	Aplicación de método de procesamiento de información
Incidentes técnicos	Desarrollo de registro eficientes
Remoción no programada de componentes	Desarrollo de control de registros
Reportes de motor	Desarrollo, registro y control de reportes
	Desarrollo, registro y control de remociones
Demoras y cancelaciones	Desarrollo de registro eficientes
Fallo en sistemas y componentes	Mejora en la registros y control

Elaborado por: Ing. Kleber Hurtado C

3.1.5. Análisis FODA

Después de haber realizado una evaluación y análisis de la gestión del mantenimiento en el Escuadrón de Aviación N° 1121, subsecuentemente se realiza un análisis FODA, fortaleza, oportunidades, debilidades y amenazas.

Este análisis se realiza principalmente para tener una visión más clara y resumida sobre la situación actual de la organización investigada, a continuación se encuentra representado el análisis en la tabla 11.

Tabla 11: Matriz FODA Gestión del Mantenimiento

Factores Internos	FORTALEZAS	DEBILIDADES
<p>Factores Externos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Liderazgo responsable • Personal capacitado • Programa de formación • Sistema MP • Control de Presupuesto • Integración operacional • Cultura de trabajo en equipo • Lineamientos de seguridad industria • Manejo del información técnica 	<ul style="list-style-type: none"> • Estructura organizativa • Planificación del Mantenimiento • Mantenimiento preventivo/predictivo • Sistema de Indicadores • Técnicas de confiabilidad • Control de inventario • Proceso de procura • Procesos de Mejora Continua • Sistema gestión ambiental
	OPORTUNIDADES	ESTRATEGIAS FO
<ul style="list-style-type: none"> • Tendencias actuales de gestión de mantenimiento • Certificaciones en materia de calidad, seguridad y medio ambiente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Difusión filosofía de gestión e impulsar la evolución del mantenimiento aeronáutico • Conformar equipos para maximizar el aprovechamiento máximo de información técnica • Promover proyectos de mejora continua • Desarrollo de la gestión de capacitación con recursos internos (facilitadores internos) 	<ul style="list-style-type: none"> • Definir indicadores que midan la calidad del mantenimiento • Intercambios institucionales. • Implementar el uso de herramientas de confiabilidad • Optimizar el control y estandarización de inventario • Promover trabajo por proyectos con equipos multidisciplinarios para el desarrollo en materia de calidad, seguridad y medio ambiente.
AMENAZAS	ESTRATEGIAS FA	ESTRATEGIAS DA
<ul style="list-style-type: none"> • Cambios políticas y normativas de gobierno • Crisis económica nacional • Presupuesto 	<ul style="list-style-type: none"> • Definir estrategias para mejorar respuesta ante cambios de políticas • Adiestramiento para el manejo del cambio • Promover la creatividad y el trabajo en equipo 	<ul style="list-style-type: none"> • Reingeniería (diseño y documentación de procesos bajo el enfoque sistemático) • Maximizar el aprovechamiento y uso de los recursos

Elaborado por: Ing. Kleber Hurtado C

En la tabla anterior se muestra la matriz FODA, la misma que permitió que los datos obtenidos y procesados en la investigación puedan ser convertidos y resumidos en información válida para la toma de decisiones, con esto se pudo

determinar las posibilidades reales que tiene la organización para lograr mejoras en los objetivos institucionales. Adicional se enunció estrategias resultantes de la matriz, con lo que se puede expresar las observaciones siguientes:

A través de la difusión de la filosofía de gestión de mantenimiento aeronáutico se orientará a la organización hacia el logro de la excelencia en sus procesos.

De igual manera el trabajo con equipos multidisciplinarios contribuye con la calidad, seguridad y medio ambiente, y garantiza el cumplimiento de la legislación y normativa laboral, permitiendo además instituir métodos que permitan la participación en la búsqueda de la mejora continua.

Promover la creatividad y el trabajo en equipo fortalecerá la personalización y compromiso del personal con la organización.

Con la adecuación organizacional se podrá desarrollar diferentes procesos de mejora que permitan llevar una mejor planificación control dentro de la organización

Es imprescindible maximizar el aprovechamiento y uso de los recursos preservando la seguridad de los trabajadores, medio ambiente y las instalaciones de la empresa y su entorno. Así mismo definir indicadores que permitan medir la calidad del mantenimiento, asegurando las operaciones aéreas.

3.1.6. Conclusiones

Al finalizar el desarrollo del trabajo de investigación referido al análisis de la planificación del mantenimiento, y su incidencia en el incremento de fallos en las aeronaves Boeing de la Fuerza Aérea:

- 1.** Se analizó la situación actual del sistema de mantenimiento en los equipos Boeing, levantando información en diferentes áreas del Ala de Transportes N° 11 de Latacunga, mediante el uso de instrumentos como la entrevista a través de una lista de verificación, guía de observación, revisión documental y bibliográfica, dando como resultado global de 77,72 %, que de acuerdo con la escala establecida, sitúa al escuadrón en un nivel aceptable, así mismo se evidenció deficiencias en los métodos y sistemas de planificación que deben mejorarse con respecto a los estándares del modelo aeronáutico recomendado
- 2.** Se identificó los puntos críticos de la gestión de mantenimiento que inciden en los fallos en los equipos Boeing, empleando herramientas de tipo administrativo e informático, que permitieron determinar que los sistemas ambiguos de planificación y control son los procesos que más afectan en los fallos en los sistemas y componentes en las aeronaves. De igual manera se logró establecer que realizando un eficiente control de fallos, se mejorará la disponibilidad y seguridad en las operaciones.
- 3.** Una gestión de mantenimiento eficiente se fundamenta en darle importancia a los procesos de la organización con un enfoque sistemático y tomando en cuenta los aspectos logísticos, técnicos y financieros, que permita operar con la disponibilidad y seguridad. Es así que para contribuir al mejoramiento del control de fallos es necesario diseñar una herramienta que permita identificar, evaluar y mejorar las fallas, para mantener un control y conocer los sistemas y componentes que requieran más atención en mantenimiento.

3.1.7. Recomendaciones

Con relación a los resultados obtenidos en el proyecto de investigación y teniendo en cuenta la importancia de la organización por alcanzar el mejoramiento en su sistema de gestión del mantenimiento, es conveniente hacer las siguientes recomendaciones:

- 1.** Establecer el procedimiento de análisis y diagnóstico empleado en la investigación y sus resultados como modelo de mejora y evaluación periódica, haciendo énfasis en los puntos débiles de la organización, con la finalidad de potencializar las fortalezas y aprovechar las oportunidades de mejora y desarrollo.
- 2.** Definir estrategias de trabajo que permitan superar de forma eficiente las discrepancias encontradas dentro de la investigación, enfocadas a la mejora e implementación de procesos apropiados en el Centro de Planificación y Control de Mantenimiento, para con esto adecuar la correcta integración de la gestión del mantenimiento y el incremento de disponibilidad y seguridad de las aeronaves.
- 3.** Plantear el diseño de un programa de confiabilidad a través de un software (EXCEL), que ofrezca a la organización una guía para el mejoramiento del control de fallos en sistemas y componentes, y con ello la eficiencia de la planificación y control del mantenimiento en las aeronaves Boeing de la FAE.

CAPÍTULO IV

PROPUESTA

En este capítulo se muestra una propuesta de mejora para la situación actual de la planificación del mantenimiento, que permita mejorar las fallas detectadas en el diagnóstico del Centro de Planificación y Control de Mantenimiento CPCM, en base a las fallas en los sistemas y componentes en los aviones Boeing de la FAE.

En base a los resultados obtenidos en la investigación, a través de la entrevista, observación, revisión documental y bibliográfica, se propone un programa de confiabilidad que permita identificar los fallos presentados dentro de la operación de las aeronaves, identificar la causa raíz y los riesgos operacionales generados. Pudiendo así tomar medidas correctivas necesarias para optimizar y mejorar el rendimiento de las aeronaves, y el de los procesos de planificación y control de los sistemas y componentes de las aeronaves.

El programa de Confiabilidad permitirá:

- Evaluar la operación de las aeronaves Boeing de la FAE, sus sistemas y componentes, además de la efectividad de los programas de mantenimiento.
- Proporcionar al CPCM información técnica real y oportuna, que podría ser necesaria para mejorar la planeación y el control de los servicios y eventos de mantenimiento.
- Reducir los costos derivados de mantenimiento correctivo y programas de mantenimiento inadecuados.

Este programa de confiabilidad permitirá vigilar el actividad de la flota e indicar los sistemas demandan seguimiento, y si se requiere de una acción correctiva adicional. Así mismo determinar la efectividad de las acciones tomadas. También contribuirá con la organización administrativa y los procesos de planificación.

4.1. Título

Diseño de un Programa de Confiabilidad para las aeronaves Boeing 727-200 y 737-200

4.2. Justificación

La Fuerza Aérea Ecuatoriana a través del Ala de transportes N° 11, sirve a la comunidad ecuatoriana en el área de transporte aéreo en general. La prestación de estos servicios necesariamente requiere de instalaciones, equipos y mantenimiento apropiado de los mismos. El mantenimiento aeronáutico ejecutado en las aeronaves incluye costos considerables, costos que al no contar con una administración de mantenimiento eficiente se incrementan considerablemente. Así mismo los resultados obtenidos en la investigación previa, demuestran que al plantear una propuesta enfocada al mantenimiento centrado en la confiabilidad mejoraría considerablemente en la planificación del mantenimiento y al mismo tiempo las operaciones aéreas.

La presente propuesta se enfoca en recolectar, estandarizar, analizar y presentar información de operación y fallos en los sistemas y componentes de las aeronaves Boeing de la FAE, para evitar incrementos en costos de mantenimiento e inseguridad, y con el fin de ajustar, revisar e implementar acciones correctivas

Es necesario realizar un análisis de fallos de componentes que permita elaborar un programa de confiabilidad, debido a la creciente incidencia de reportajes que afectan de manera directa a los equipos y las operaciones, siendo la correcta administración de mantenimiento el único proceso que permita asegurar la calidad y seguridad de las aeronaves, considerando que si no se logra dar solución a esta problemática, la posibilidad de que pudiese ocurrir un accidente incrementaría notablemente.

4.3. Objetivos

Objetivo General

- Diseñar un software de análisis de confiabilidad para las aeronaves pertenecientes a la Escuadrilla Boeing de la Fuerza Aérea Ecuatoriana.

Objetivos específicos

- Establecer cuáles son los principales sistemas y componentes que poseen los equipos Boeing 727-200 y Boeing 737-200.
- Realizar una evaluación de las fallas durante la operación de las aeronaves, los componentes y sistemas que presentan alguna alteración en sus perfiles de funcionamiento.
- Proporcionar información técnica para lograr predecir, evaluar y mejorar las fallas que se presentan en los componentes de los aviones.
- Recomendar cambios en los procesos de mantenimiento para mejorar índices de confiabilidad, seguridad y disponibilidad de las aeronaves.

4.4. Estructura de la propuesta

- Generalidades
- Marco legislativo
- Medición y monitoreo
- Diseño del Sistema de Recopilación de Datos
- Diseño de los Sistemas de evaluación
- Diseño de Análisis de datos
- Diseño de la Revisión de los valores de alerta
- Diseño de la Organización administrativa de la confiabilidad
- Diseño de Acciones correctivas
- Diseño de Ajustes al programa de mantenimiento

4.5. Desarrollo de la propuesta

Generalidades

La industria aeronáutica frente a un mercado globalizado se ha visto en la obligación de construir y operar aeronaves de gran capacidad y tecnología a costos de producción razonables pero con un alto índice de calidad y seguridad de

operación, características que necesariamente implica la aplicación de complejas técnicas de confiabilidad en el diseño, construcción, operación y mantenimiento de estas sofisticadas máquinas, técnicas que requieren el uso adecuado de recursos, además de una eficiente planificación y control que garantice seguridad en las operaciones.

En la actividad aeronáutica militar ecuatoriana, es importante mantener equipos 100% disponibles y confiables, ya que en ciertas ocasiones se hace notorio que las aeronaves abastecen deficientemente con la demanda de misiones (vuelos), generando retrasos, cancelaciones y trabajos de mantenimiento no programados. Partiendo bajo las premisas del control y planificación deficientes y de que un programa de mantenimiento no puede mejorar la confiabilidad de diseño, solo puede prevenir el deterioro de confiabilidad inherente del equipo; surge la necesidad de crear un programa de Confiabilidad, para con esto solventar la necesidad de que partes, componentes, unidades y sistemas de aeronaves, se desempeñen en un tiempo determinado, sin falla y a un nivel de confianza para el que fueron diseñados.

La desatención en el control de confiabilidad puede generar variaciones o pérdida de las capacidades propias de la máquina en cortos períodos de tiempo. Variaciones que generan demoras, cancelaciones, utilización de recursos que no fueron programados e inseguridad en las operaciones. Si no se logra dar solución a esta problemática, la probabilidad de que pudiese ocurrir un accidente incrementaría notablemente.

El estudio y análisis de confiabilidad determina la longevidad y el fallo de los sistemas y componentes de la aeronave y, ya que una máquina es considerada útil solamente cuando cumple la función exigida para la cual fue diseñada. La confiabilidad ayuda a determinar la productividad operativa del sistema como también los gastos en los cuales incurre el operador en tareas de reparación y mantenimiento contribuyendo con una mejor distribución de los costes operativos.

Para el diseño del Programa de Confiabilidad, se usó como base siete sistemas detallados a continuación:

- Recolección de datos

- Análisis de los datos.
- Acciones correctivas
- Estándares de rendimiento.
- Reporte y presentación de datos.
- Ajuste del programa de mantenimiento.
- Revisión del programa.

4.5.1. Marco Legislativo

Al respecto del uso de un Programa de Confiabilidad en la Industria aérea, se menciona el mismo en la (Dirección General de Aviación Civil, 2014), parte 121.25 Contenido del certificado del Explotador de transporte Aéreo y las Especificaciones de Operación, literal b, numeral 4 indica: Las especificaciones de operación del explotador aéreo emitidas y aprobadas por la DGAC deberán contener por lo menos lo siguiente:

Una Parte D de disposiciones generales que contenga: requerimientos generales de mantenimiento de aeronaves; ***programa aprobado de confiabilidad de toda la aeronave***; autorización de prorrateo de tiempo; autorización de petición de préstamo de piezas; lista de aeronaves; según (Dirección General de Aviación Civil, 2014) define:

Autorización de programa de mantenimiento para aeronaves alquiladas con matrícula extranjera operadas por el solicitante; tiempo de mantenimiento/limitaciones con programa de confiabilidad; tiempo de mantenimiento/limitaciones sin un programa de confiabilidad; contratos con agencias auditoras; y autorización de lista de equipo mínimo. (Pág. 2)

Así mismo de acuerdo con (Grupo Logístico No. 112, 2014), Capítulos 5 y 9 mencionan que en proceso de análisis y vigilancia se debe:

- Preparar el informe mensual de acuerdo al Programa de Confiabilidad, ingresando todos los reportes de pilotos registrados en el Log Book “bitácora de la aeronave”, una vez preparado y revisado el informe, envía a la Dirección de Mantenimiento, así como también remite el informe o parte aplicable de éste, a los fabricantes de las aeronaves u al Fabricante Original del Equipo (Original Equipment Manufacturer OEM), además

convoca a la reunión mensual del Comité de Confiabilidad, a fin de tratar las novedades presentadas en cada flota de aeronaves, a fin de tomar acciones preventivas.

- Monitorear, registrar y analizar la confiabilidad de la flota de aeronaves.
- Calcular y controlar la confiabilidad de despacho de la operación de las aeronaves
- Remitir el informe mensual de Confiabilidad de toda la flota de aeronaves para Gestión de Calidad de la Dirección de Mantenimiento

Adicional a lo anterior, debido a la ambigüedad en el tema y la dirección y guía casi nula de la implementación de un Programa de Confiabilidad, es preciso recurrir a la normatividad extranjera (FAA), a fin de tener acceso a una documentación más descriptiva y puntualizada sobre el contenido, funcionamiento, organización y administración de un Programa de Confiabilidad; por lo que durante el desarrollo de esta propuesta, el documento base para fincar e implementar dicho Programa, es la circular de asesoramiento emitida por la FAA número *120-17A*, del 27 de Marzo del año 1978 (ver Anexo E); cuyo propósito general es proveer información de orientación que pueden ser utilizada para diseñar o desarrollar programas de control del Mantenimiento, utilizando métodos de control de Confiabilidad.

4.5.2. Medición y Monitoreo

Previo al inicio de las características y cálculo de los parámetros de monitoreo del programa de Confiabilidad, fue preciso primeramente precisar la forma y cantidad de recolección de datos y la forma de agruparlos, lo cual se puede identificar en la tabla 12.

4.5.3. Diseño del Sistema de recopilación de datos

Para el desarrollo del sistema se debe abarcar los procedimientos de flujo de la información, identificación de las fuentes de datos, procedimientos para la transmisión de datos y responsabilidades dentro de la organización establecida para cada etapa del desarrollo y procesamiento de datos

De igual manera de acuerdo con (Solano, 2014), es necesario detallar y definir el flujo de información y las fuentes de las cuales se obtiene la misma. Mencionadas

fuentes se han de interrelacionar para el establecimiento del comportamiento y/o tendencias de los sistemas y componentes de las aeronaves. Para ello se determinaron las siguientes fuentes de información:

- Reportes de Piloto y Reportes Diferidos por MEL (Minimum Equipment List).
- Demoras y Cancelaciones
- Reportes de Inspección.
- Programa de Monitoreo de motores y APU (Auxiliar Power Unit).
- Eventos Significativos.
- Registro de Tiempos de operación. (Estadísticas)
- Remoción de Componentes No programados.
- Reportes de Discrepancias en Servicios.
- Reportes del Fabricante y de Taller.

Esta información fue ya identificada y analizada durante la revisión documental en el Capítulo III y se muestra en el Anexo D.

4.5.4. Captura de Fuentes de Datos



Para capturar los datos necesarios para el diseño del programa de confiabilidad es clasificar los reportes de falla de las aeronaves mediante el código ATA 100 utilizado en aeronáutica, de esta forma los sistemas y componentes a monitorear de las aeronaves, pueden clasificarse por conjuntos específicos.

La información a contenerse en la base de datos, facilita el registro ordenado de los reportes de cada uno de los sistemas de las aeronaves, lo que permite reconocer y evidenciar repetitividad y/o tendencias.

La base de datos de registro debe contener ATA, sub ATA, eventos en los que existió cambio de componente, tipo de reporte, y todo registro considerado necesario para aportar información suficiente para el programa de confiabilidad.

Se generó la base de datos que contendrá la siguiente información:

Tabla 12: Captura de Fuentes de Datos

 <p style="text-align: center;">ALA DE TRANSPORTES N° 11 ESCUADRÓN MANTENIMIENTO AVIACIÓN PESADA N° 1121</p> 							
MATRÍCULA	FECHA	ATA	SUBATA	DISCREPANCIA	ACCIÓN CORRECTIVA	N/S INSTALADO	N/S REMOVIDO
FAE 630	05/12/2014	32	10	NEUMÁTICO N° 4 PRESENTA LONAS	REALIZADO CAMBIO DE LLANTA N°4 SEGÚN OT. 32-45-11	9101487	8702286
FAE 630	06/12/2014	34		ADI N°2 CON DIFERENCIA DE 5° MAS PITCH	REALIZADO CAMBIO DE ADI N°1 SEGÚN OT. 34-00-00	N/A	N/A
FAE 620	07/12/2014	33	10	INBOARD LANDING LIGHT "L" INOPERATIVA	CAMBIO INBOARD LANDING LIGHT SEGÚN AMM 33-30-00 OK	N/A	N/A
FAE 630	07/12/2014	33		RUNWAY TURN OFF LH QUEMADA	CAMBIO DE LIGHT RUNWAY LH SEGÚN AMM 33-30-00 OK	N/A	N/A
FAE 620	08/12/2014	34	40	RADIOALTIMETRO CABINA LH INOPERATIVA	MANTENIMIENTO SISTEMA RADIOALTIMETRO EGPWS PLUG INDICADORES TEST OK	N/A	N/A
FAE 630	09/12/2014	32	40	LLANTA NARIZ PRESENTA LONAS	REALIZADO CAMBIO DE LLANTAS TREN DE NARIZ SEGÚN O.T. 32-45-21 S/N.	1235	707
FAE 620	09/12/2014	34	10	VHF N°1 TRANSMISIÓN BAJA	REALIZADO CAMBIO DE TRANSCEIVER VHF 618 M5 N°2 TEST S/N.	N/A	N/A
FAE 630	10/12/2014	25	10	REQUIERE CAMBIO DE SCAPE SLIDE (TOBOGAN) POR LIMITE DE VIDA	INSTALADO SCAPE SLIDE DE ACUERDO A AMM. 25-60-00 S/N	N/A	N/A

Fuente: Investigación

Elaborado por: Ing. Kleber Hurtado C

Después de este proceso de agrupación e identificación de la información se debe representar los niveles de normalidad mediante técnicas estadísticas y no estadísticas, es así que se determinó los sistemas de evaluación con los que se pueda establecer los estándares de rendimiento de los sistemas y componentes de las aeronaves.

4.5.5. Diseño de los Sistemas de Evaluación

De acuerdo con (Solano, 2014), en este proceso se evalúa datos de performance mecánico para identificar las características para la determinación de parámetros de control, en los cuales se fijará estándares, que indiquen la necesidad de ajustes de mantenimiento. Los sistemas de evaluación de fallas se dividen en dos tipos de programas:

- Programa de estándares tipo Alerta.
- Programa de estándares tipo No-Alerta.

4.5.5.1. Programa de Estándares Tipo Alerta

Este programa incorpora estándares de performance estadística, para la aplicación de este es necesario establecer por medio de herramientas estadísticas, el Límite de Control Alerta, por lo que para su cálculo, se hace uso del principio de Desviación Estándar, para la ejecución de con este propósito se requiere el uso e interacción de los siguientes datos:

- El historial de reportes de los últimos 12 meses anteriores de operación por capítulo ATA.
- Las horas voladas de las aeronaves de los últimos 12 meses anteriores de operación por capítulos ATA.

Esta información es utilizada para para calcular los indicadores, los mismos que serán utilizados para evaluar el rendimiento y la confiabilidad de la flota; para el sistema de monitoreo se tomará en cuenta los siguientes indicadores:

- El índice trimestral de reportes por falla por cada 1000 horas de operación
- El índice de fallas de la flota por cada 1000 horas de operación

4.5.5.1.1. Índice de falla

Para realizar la evaluación de este índice, de manera inicial, quedara limitado por las horas de vuelo mensuales de la flota (T), de acuerdo con (Solano, 2014), para la valoración del índice de fallas se utiliza la siguiente fórmula:

$$\lambda(t) = \frac{Nf(\Delta t)}{(\Delta T)}$$

Donde

Nf (t): número de reportes de falla en el periodo T.

T: Periodo de tiempo durante el cual Nf (t) es evaluado

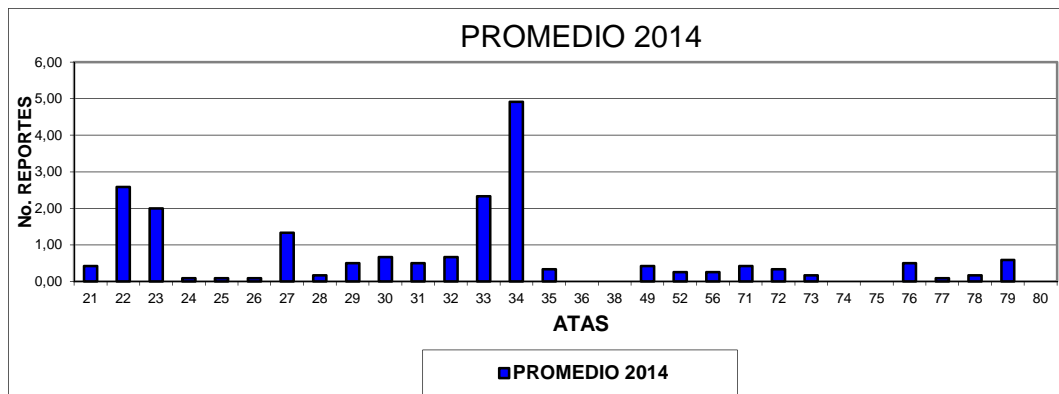
Aplicada la formula anterior se obtiene los siguientes resultados:

Tabla 13: Índice De falla

SISTEMA ATA		2014												PRO2 014
No.	DESCRIPCIÓN	en	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	
21	Air Conditioning	1				1		1	1		1			0,42
22	Auto Flight		5	3	1	3	3	5	2	3		4	2	2,58
23	Communications	2	5	2	3	6	1	3	1			1		2,00
24	Electrical											1		0,08
25	Equipment and Furnishings										1			0,08
26	Fire Protection								1					0,08
27	Flight Controls		2	2		2		4	1		3	1	1	1,33
28	Fuel										2			0,17
29	Hydraulic Power		1					1	2			2		0,50
30	Ice and Rain Protection	2	2					1			3			0,67
31	Instruments	1						1		1		2	1	0,50
32	Landing Gear			1			1		1	1	2	1	1	0,67
33	Lights	3	1	4	2	1	1	5	3	2	1	2	3	2,33
34	Navigation		1		3	9	4	4	8	6	8	9	7	4,92
35	Oxygen		1	1					1			1		0,33
36	Pneumatics													0,00
38	Water and Waste													0,00
49	Airborne Auxiliary Power	2					1	1				1		0,42
52	Doors		1		1	1								0,25
56	Windows	1			2									0,25
71	Power Plant	1	1	1	2									0,42
72	Engine	1						1		1			1	0,33
73	Engine Fuel and Control		1							1				0,17
74	Ignition													0,00
75	Air													0,00
76	Engine Controls		1	1		1		1				1	1	0,50
77	Engine Indicating			1										0,08
78	Exhaust								1		1			0,17
79	Oil				1		1		2	1		2		0,58
80	Starting													0,00

Fuente: Programa de Confiabilidad
Elaborado por: Ing. Kleber Hurtado C

Gráfico 4: Índice de Falla



Fuente: Programa de Confiabilidad
Elaborado por: Ing. Kleber Hurtado C

4.5.5.1.2. Límite de Control Superior (UCL) Upper Control Limit

Para el cálculo del límite de control superior, fue necesario utilizar las siguientes fórmulas:

Para el UCL:

$$UCL = \frac{\sum Tasa}{N} + 2 \sigma$$

Y para la desviación standard:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum Tasa^2 - \frac{(\sum Tasa)^2}{N}}{N - 1}}$$

Donde:

∑ **Tasa:** Sumatoria de las tasas de remoción no programada

N: Número de meses en período (3 o 12)

†: Desviación standard

Este procedimiento se lo realiza tanto para sistemas y componentes a monitorear, con el fin de tener un control total de la aeronave. Una vez que se han aplicado las fórmulas anteriores se obtiene los siguientes resultados

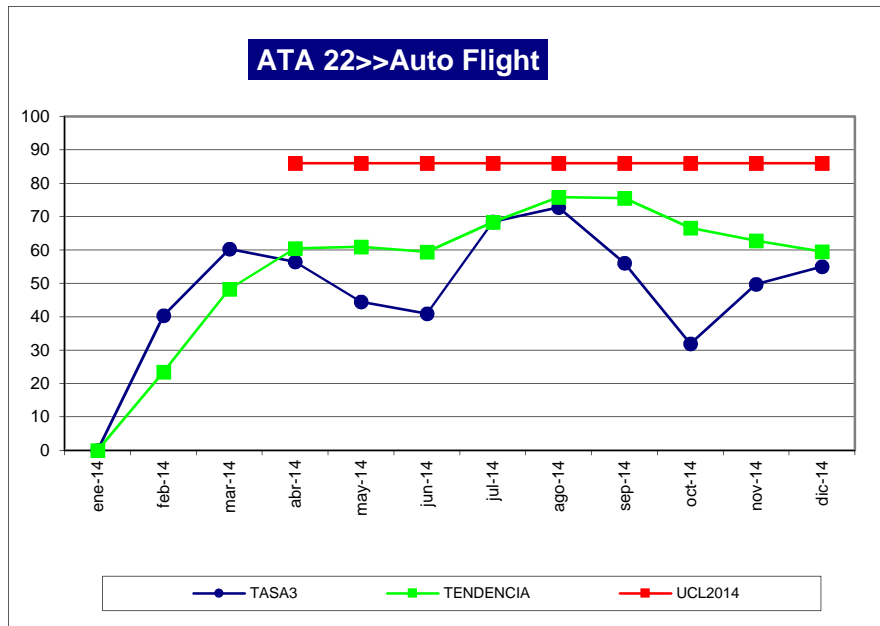
Tabla 14:UCL Sistemas (ATAS)

No.	DESCRIPCIÓN	en	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	UCL 2014
21	Air Conditioning	10	8	8	0	6	6	12	15	11	13	7	9	16,50
22	Auto Flight	0	40	60	56	44	41	68	73	56	32	50	55	86,48
23	Communications	19	56	68	63	70	58	62	36	22	6	7	9	91,05
24	Electrical	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	9	7,76
25	Equipment and Furnishings	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	7	9	8,83
26	Fire Protection	0	0	0	0	0	0	0	7	6	6	0	0	7,46
27	Flight Controls	0	16	30	25	25	12	37	36	28	26	28	46	50,25
28	Fuel	19	8	0	0	0	0	0	0	0	13	14	18	22,04
29	Hydraulic Power	0	8	8	6	0	0	6	22	17	13	14	18	24,29
30	Ice and Rain Protection	19	32	30	13	0	0	6	7	6	19	21	28	38,03
31	Instruments	10	8	8	0	0	0	6	7	11	6	21	28	25,44
32	Landing Gear	29	16	8	6	6	6	6	15	11	26	28	37	38,13
33	Lights	29	32	60	44	44	23	44	66	56	38	36	55	70,15
34	Navigation	0	8	8	25	76	94	106	116	101	140	164	220	225,58
35	Oxygen	0	8	15	13	6	0	0	7	6	6	7	9	15,97
36	Pneumatics	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
38	Water and Waste	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
49	Airborne Auxiliary Power	19	16	15	0	0	6	12	15	6	0	7	9	22,35
52	Doors	0	8	8	13	13	12	6	0	0	0	0	0	15,82
53	Fuselage	10	8	8	13	13	12	0	0	0	0	0	0	16,44
71	Power Plant	10	16	23	25	19	12	0	0	0	0	0	0	28,59
72	Engine	10	8	8	0	0	0	6	7	11	6	7	9	13,89
73	Engine Fuel and Control	0	8	8	6	0	0	0	0	6	6	7	0	10,65
74	Ignition	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
75	Air	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
76	Engine Controls	0	8	15	13	13	6	12	7	6	0	7	18	20,08
77	Engine Indicating	10	8	8	6	6	0	0	0	0	0	0	0	11,16
78	Exhaust	0	0	0	0	0	0	0	7	6	13	7	9	12,74
79	Oil	10	8	0	6	6	12	6	22	17	19	21	18	26,43
80	Starting	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00

Fuente: Programa de Confiabilidad
Elaborado por: Ing. Kleber Hurtado C

De acuerdo con (Solano, 2014), Los estándares de evaluación tipo alerta se describen en un proceso de análisis estadístico, referido al historial de reportes de las fuentes de datos en un periodo de tiempo específico, lo cual proporciona un indicador de comportamiento de un sistema en particular, determinando una zona de operación normal de funcionamiento, mediante el Limite de Control Superior (UCL).

Gráfico 5: UCL Sistemas (ATA 22)



Fuente: Programa de Confiabilidad
Elaborado por: Ing. Kleber Hurtado C

4.5.5.2. Programa de estándares tipo No-Alerta.

En vista de que programas como: Control y Prevención de la Corrosión (CPCP), Programa Suplementario de Inspecciones Estructurales (SSID) e Inspecciones Estructurales (SI) tienen periodos de cumplimiento muy extensos; no es posible establecer un control estadístico de sus reportes de fallas, **por lo que no forman parte del Programa de Confiabilidad.**

A pesar de lo manifestado en el párrafo anterior, todos estos programas forman parte de los programas de mantenimiento y deben ser controlados cualquier tipo de discrepancia que se encuentre durante la ejecución de las diferentes inspecciones. El CPCM debe llevar el registro y control de este particular que no es parte del programa de confiabilidad. Así mismo el control minucioso y obligatorio de cumplimiento de boletines de servicio SB,s emitidos por el fabricante u otros tales como directivas de aeronavegabilidad AD's emitidos por la autoridad aeronáutica.

4.5.5.2.1. Sistema de Aterrizaje

El Programa de Alerta, no provee información de los componentes del tren de aterrizaje (neumáticos, frenos), por esta razón la frecuencia está controlada por un sistema de no alerta. Los componentes estructurales del tren, son controlados por vida límite.

4.5.6. Diseño del Análisis de Datos

Para medir el grado de éxito en el desempeño del programa, se establecen los siguientes niveles de control, mediante los que se mide la eficiencia del programa:

- Nivel Operativo Normal
- Primer Nivel de Alerta
- Nivel Crítico de Alerta
- Expresiones numéricas de niveles de alerta
- Programa de no-alerta

4.5.6.1. Nivel Operativo Normal

De acuerdo con (Solano, 2014), este nivel es la tendencia de un sistema o componente fundamentado en el desempeño del pasado. Todos los datos recopilados son codificados por ATA, ordenados y almacenados en el programa informático, para luego ser procesados en para determinar el comportamiento de todos los sistemas o componentes.

Se presta especial atención en aquellos que presentan una tasa mayor al Límite de Control Superior, ya establecido por Confiabilidad para el año. Todos los sistemas o componentes excedidos son analizados y comparados con el comportamiento de la industria (siempre y cuando se disponga de la información).

Aquellos que presentan una tasa mayor al Límite de Control Superior y un comportamiento inferior al de la industria, son alertados por Confiabilidad y llevados a un estudio de sistemas y/o componentes realizado por las Escuadrillas de Mantenimiento y/o Electrónica, donde se incluye:

- Historia completa de fallas
- Especificación de causas
- Aviones donde se ocasionó la falla

- Reportes o visitas de componentes a talleres
- Acciones correctivas
- Conclusiones y sugerencias

El estudio es enviado al Comité de Confiabilidad quien toma decisiones concernientes a las conclusiones o recomendaciones. El CPCM, basándose en el estudio, emite Órdenes de Trabajo que tienden a mejorar el rendimiento y/o la eficiencia del sistema o componente. En el informe mensual de Confiabilidad se publican los cuatro sistemas y tres componentes, más excedidos dentro de cada flota.

4.5.6.2. Primer Nivel de Alerta

De acuerdo con (Solano, 2014), el primer nivel de alerta es indicado por la tasa mensual del sistema que exceda el Límite de Control Superior. La tasa mensual para un sistema, es igual a la cantidad de reportes de ese sistema por 1000 y dividido para él número de horas de ese mes.

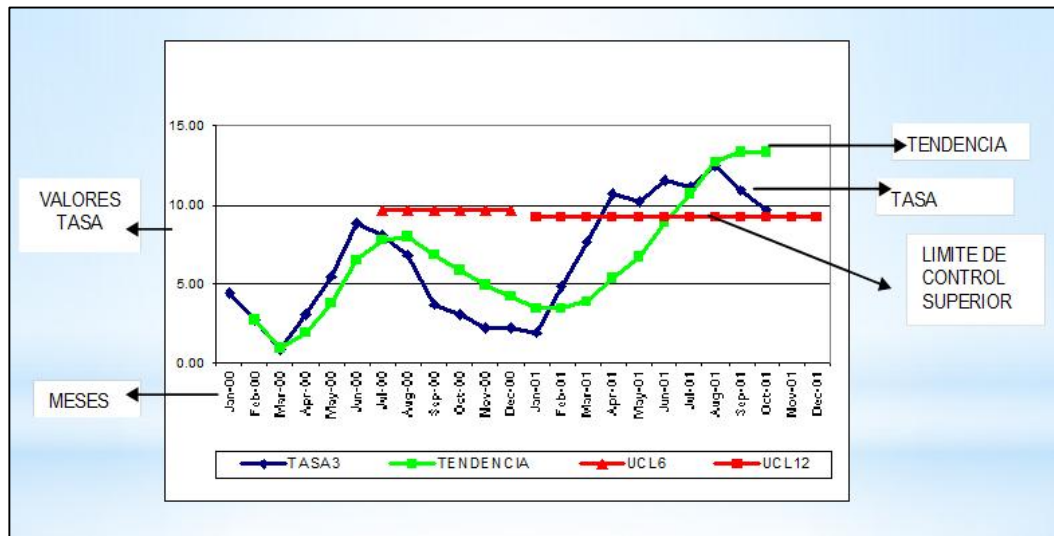
$$Tasa = \frac{N^{\circ} \text{ de reportes período} * 1000}{Horas \text{ de Vuelo (período)}}$$

El primer nivel de alerta será revisado cada 12 meses por Confiabilidad y autorizado por el Comité de Confiabilidad e informados a la Sección Aseguramiento de la Calidad.

4.5.6.3. Nivel Crítico

El nivel crítico de alerta, se presenta cuando la **TASA MENSUAL** y **TENDENCIA** de los reportajes o fallas de un sistema, han excedido el Límite de Control Superior establecido.

Gráfico 6: Nivel Crítico de Falla



Fuente: Programa de Confiabilidad
Elaborado por: Ing. Kleber Hurtado C

4.5.7. Diseño de la Revisión de los Valores de Alerta

4.5.7.1. Valores de Alerta Componentes

La expresión numérica del Valor de Alerta puede ser revisada hacia arriba en más del 10% solo cuando ese componente permanece arriba del nivel máximo permisible de alerta por un periodo de 3 meses y la investigación demuestre que el problema es en la expresión numérica y no en el componente. Esta revisión por encima del 10% tiene que ser aprobada por el Comité de Confiabilidad e informado a la Sección Aseguramiento de la Calidad.

Todas las revisiones o cambios están sujetas a una aprobación del Comité de Confiabilidad.

4.5.7.2. Componentes Nuevos

Durante los 6 primeros meses de operación, Confiabilidad será responsable de monitorear la operación del componente, para detectar tendencias negativas. Una vez sobrepasado este umbral de operación los valores de alerta serán establecidos por Confiabilidad basados en los 6 primeros meses.

Estos valores serán establecidos de la misma forma como ha sido descrito anteriormente. Una vez que los valores de alerta, han sido establecidos y

aprobados, el componente será vigilado, de acuerdo al Programa de Confiabilidad y Mantenimiento.

El procedimiento citado anteriormente, puede ser reemplazado cuando se conoce las tasas de confiabilidad de remoción o reportajes, establecidos por el fabricante.

4.5.7.3. Valores Artificiales Componentes

De acuerdo con (Solano, 2014), un nivel artificial debe implementarse si no existe información de remociones de un componente por un periodo necesario, para formar un nivel de alerta, el nivel artificial, primero y crítico, se basa en la ocurrencia de una falla en los últimos 12 meses.

Una tasa de fallas se asume usando la siguiente fórmula:

$$TSM = \frac{0,5 * 1000}{C * P}$$

Donde

TSM: Tasa supuesta de un mes

C: Cantidad por avión

P: Promedio de horas de vuelo

La tasa Supuesta será entonces usada en la fórmula de desviación estándar para llegar al valor artificial. De igual manera todos los niveles artificiales, deberán ser sometidos a aprobación del Comité de Confiabilidad y serán informados a la Sección Aseguramiento de la Calidad.

4.5.7.4. Valores de Alerta Sistemas

Los Valores de Alerta, son basados totalmente en el comportamiento de datos de los últimos 12 meses, lo que permite una base de referencia realista de la cual extraer valores comparativos.

Confiabilidad revisa la expresión numérica del valor de alerta cada 12 meses, dentro del primer mes de cada año, donde los incrementos al valor serán limitados al 10% sobre el valor previo, exigiendo que esta expresión numérica del valor, puede exceder 10%, cuando un sistema permanece por encima del más alto valor

establecido por un periodo de tres meses y una investigación demuestre que la expresión numérica del valor de Alerta, y no el sistema, es el problema.

Todas las revisiones de la expresión numérica superiores al 10%, para valores de alerta serán aprobadas por el Comité de Confiabilidad e informadas a la Sección Aseguramiento de la Calidad.

4.5.7.5. Equipo Nuevo

Durante los 6 primeros meses de operación Confiabilidad, será responsable por vigilar la operación del sistema para detectar tendencias negativas. Después de 3 **meses los valores de Alerta temporales, se establecerán para los gráficos de comportamiento basados en un promedio de los 3 meses.**

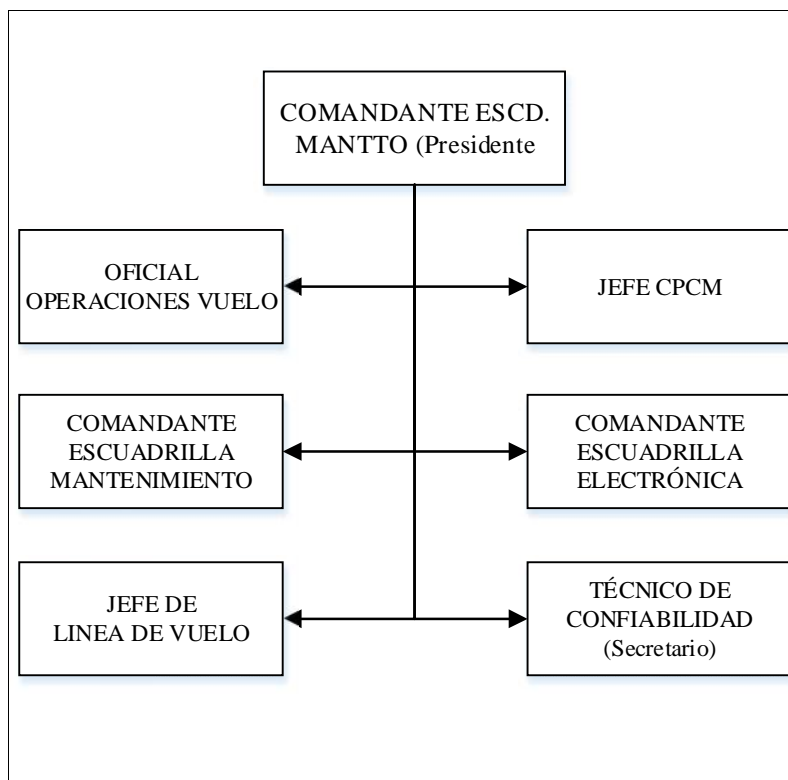
Al cabo de 6 meses de operación, los valores de Alerta se establecerán basados en el promedio de esos meses. Estos valores serán usados hasta que complete un año calendario, mientras que los niveles subsiguientes serán ajustados anualmente, también se puede tomar como una alternativa los niveles dados por el fabricante.

4.6. Diseño de la Organización Administrativa del sistema de Confiabilidad

4.6.1. Comité de Confiabilidad

El comité de confiabilidad constituye el máximo organismo de decisión del programa de confiabilidad y su estructura básicamente es la siguiente:

Ilustración 13: Comité de Confiabilidad



Fuente: Circular de asesoramiento FAA número 120-17A

Elaborado por: Ing. Kleber Hurtado C

El programa de Confiabilidad es vigilado y supervisado por el Comité de Confiabilidad, seleccionado específicamente para este propósito y para funcionar dentro de los deberes y actividades siguientes:

1. Si un miembro no puede asistir debe delegar a un subordinado con aprobación del Presidente, sin embargo no puede dejar de asistir durante un periodo de dos reuniones mensuales consecutivas.
2. El Comité de Confiabilidad se reunirá mensualmente durante los primeros 15 días y requiere un Quórum de 4 personas como mínimo. El Presidente del Comité, en caso de requerirse, podrá convocar a una reunión extraordinaria.
3. Cada reunión del Comité de Confiabilidad, generará un acta que será archivado por el secretario.
4. El comité de confiabilidad no tendrá responsabilidades administrativas, solo tiene de decisión; razón por la cual no se encuentra dentro de la organización estructural del Escuadrón Mantenimiento.

5. Revisar, discutir y aprobar los informes mensuales de confiabilidad en el que se refleja el comportamiento de las aeronaves, sistemas y componentes.
6. Aprobar cambios al Programa de Mantenimiento.
7. Asegurar que la(s) investigación(es) de alertas sea conducida y las acciones correctivas sean iniciadas, ejecutadas y cumplidas.
8. Verificar el cumplimiento de las acciones correctivas hasta la consecución del objetivo, hechos que se realizarán en cada comité.

Las responsabilidades y funciones de los miembros del comité de confiabilidad se puede advertir en el Anexo F.

4.7. Diseño de Acciones Correctivas

4.7.1. Operación del Programa de Alertas

Confiabilidad utiliza la tasa mensual y compara con el Límite de Control Superior para determinar el comportamiento del sistema o componente.

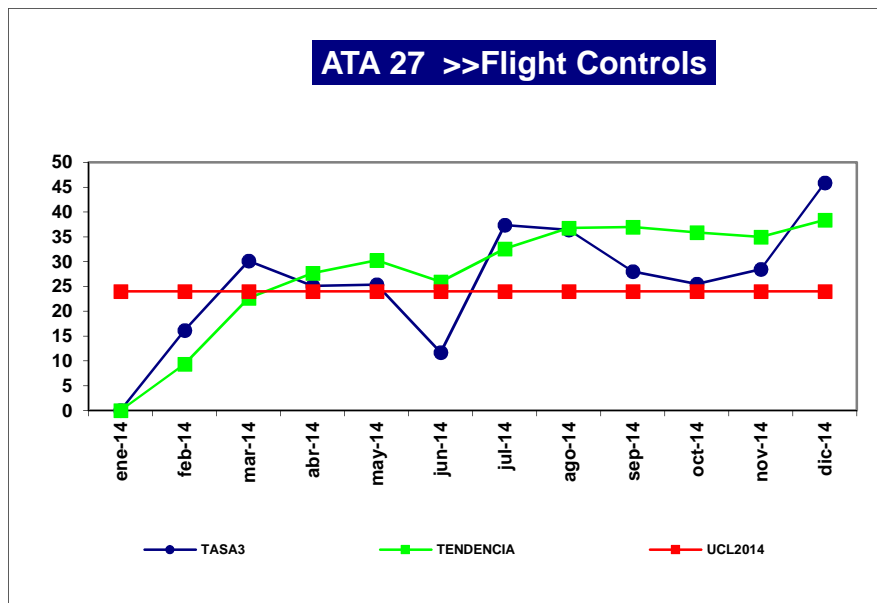
4.7.1.1. Nivel de Operación Limpio

El nivel de Operación Limpio, existe cuando la tasa mensual permanece por debajo del Límite de Control Superior.

4.7.1.2. Nivel de Alerta Sistemas

Confiabilidad, monitorea las alertas de reportes repetitivos, para detectar comportamientos con tendencia negativa de un avión, sistema o componente. Así mismo, establece los niveles de alerta sujetos a la aprobación del Comité de Confiabilidad. El nivel de alerta existe, cuando la tasa mensual de remoción o discrepancias reportadas por el piloto, excede el Límite de Control Superior. (Este nivel indica un problema en potencia)

Gráfico 7: Nivel de Alertas de Sistemas



Fuente: Programa de Confiabilidad
Elaborado por: Ing. Kleber Hurtado C

El sistema de Confiabilidad alerta cuando existe tres (3) reportes de pilotos de un mismo código ATA. La **alerta inicial** es inmediatamente entregada al CPCM, quien emitirá una secuencia de trabajo a la especialidad que le corresponde. Si dicha **alerta inicial** no puede ser cerrada con las acciones indicadas en los trouble shooting aplicadas por la especialidad, el CPCM, emitirá un informe técnico de las acciones realizadas a la Escuadrilla que le corresponde, para que estas a la vez procedan con una investigación completa con coordinaciones o consultas a los fabricantes para determinar acciones correctivas para cerrar la alerta mencionada.

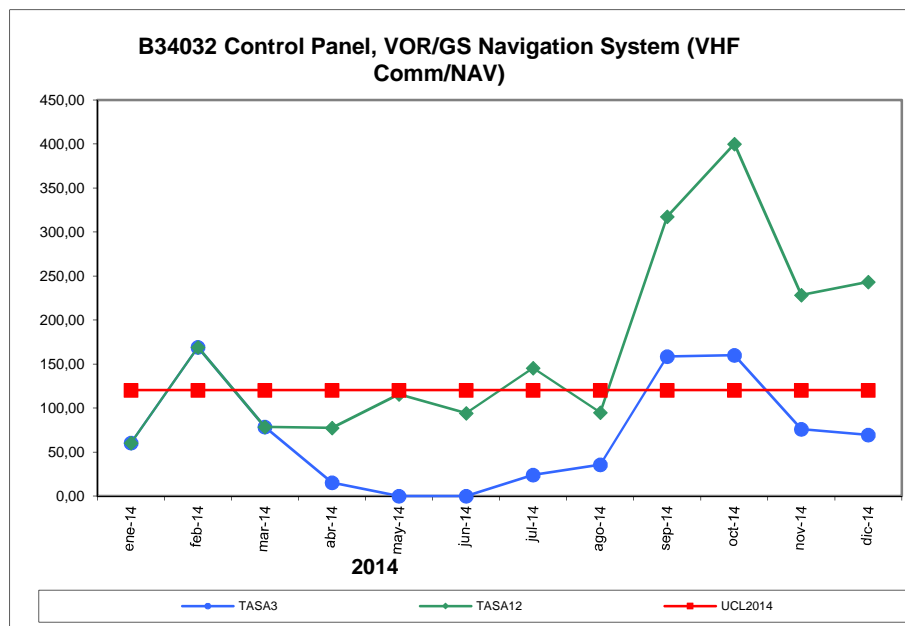
La Escuadrilla involucrada, entregará el informe correspondiente, al CPCM con las acciones correctivas del caso, para que esta emita las órdenes de trabajo de control de la alerta y las especialidades procedan a ejecutar las mismas. Las Alertas que no sean resueltas, pasarán a ser evaluadas y analizadas por los miembros del Comité de Confiabilidad, quienes discutirán las acciones tomadas y conformarán si es necesario, comisiones de estudio integradas por diferentes miembros del Escuadrón Operativo y Mantenimiento, para resolución de alertas.

Confiabilidad, debe mantener un archivo de alertas, investigaciones y acciones tomadas.

4.7.1.3. Nivel de Alerta Componentes

Si dos componentes del mismo tipo, son reemplazados en una misma posición dentro de 30 días en un mismo avión, el CPCM emitirá una alerta a la Escuadrilla que le corresponde para revisión y análisis respectivo, la misma que deberá iniciar una investigación sobre el componente, para determinar si la remoción fue realmente ocasionada por una falla en el componente o esta obedece a un diagnóstico errado del especialista.

Gráfico 8: Nivel de Alerta Componentes



Fuente: Programa de Confiabilidad
Elaborado por: Ing. Kleber Hurtado C

Los Componentes que excedan el Límite de Control Superior, aparecerán publicados en el Informe de Confiabilidad Mensual.

Su nivel será codificado para facilitar la comprensión:

Regreso a Nivel Normal:	CL (Clear)
Nivel inicial de alerta:	YE (Yellow)
Crítico:	AL (Red)
Permanencia en el nivel crítico:	RA (Remains in Alert)
En observación:	WA (Watch)

La Escuadrilla que le corresponde, deberá realizar un estudio de las posibles causas que produzcan el cambio no programado de componentes y emitir un informe con conclusiones y recomendaciones de los componentes mensuales excedidos descritos en el Informe Mensual.

4.7.1.4. Fallas Críticas

Las fallas de estructuras o componentes que comprometan la seguridad de vuelo serán reportadas a Control Calidad. El Jefe de Control Calidad, iniciará una investigación para determinar las causas, como también para asegurar que la acción correctiva sea llevada a cabo.

Pueden ser convocadas reuniones de emergencia del Comité de Confiabilidad para analizar el problema. Tomada una decisión, el Comité ordenará tomar acciones y se responsabilizará del estudio y seguimiento de la falla en particular.

4.8. Diseño de Ajustes al Programa de Mantenimiento

De acuerdo con (Solano, 2014), un cambio del proceso y/o intervalo en el mantenimiento de un componente, puede ser efectuado por el Escuadrón después del análisis del comportamiento del componente. Además, se debe considerar que el cambio requerido, no altere el límite de vida del componente o aplicación de AD's u otros boletines de servicio. En este proceso confiabilidad, también asegurará que los datos o experiencia estén disponibles para que respalden el tipo de cambio que está siendo solicitado.

Todo estudio de las escuadrillas, debe ser enviado al Comité de Confiabilidad para su aprobación. Si el Comité de confiabilidad lo aprueba, éste será enviado a la sección Aseguramiento de la Calidad para el trámite correspondiente ante la JELFA (Junta de Estandarización Logística de la Fuerza Aérea)

Una vez aprobado por la JELFA, pasará al escuadrón para su implementación a través de las escuadrillas.

4.8.1. Reglas Del Programa

Las reglas serán utilizadas para todos los sistemas y componentes del avión, tanto para ajuste por tiempo y asignaciones del proceso de mantenimiento para aviones, sistemas y componentes son como siguen:

4.8.1.1. TBO (Time Between Overhaul) Tiempo Entre Reparaciones Mayores

El tiempo entre reparaciones mayores de unidades, será examinado para un ajuste descendente, si el análisis de datos de confiabilidad, muestran que los componentes están deteriorados antes de un overhaul programado

También pueden ser ajustados en forma descendente por razones de economía; si el análisis indica que el límite de costos totales es menor debido a que los componentes son reparados más a menudo a un costo mucho menor por unidad - hora.

4.8.1.2. Ajuste del Tiempo de Chequeo Inspección

Si el tiempo aumenta en los chequeos o inspecciones, estos deberán estar respaldados por un estudio e investigación y necesariamente respaldados por una fase de investigación a prueba. Tomando en cuenta que las inspecciones periódicas (servicios, preservación y operaciones específicas) están diseñadas para cumplir el mantenimiento preventivo y correctivo, necesarias para asegurar la condición aeronavegable del avión.

También es necesario colocar atención particular

- Al rendimiento del sistema entre operaciones, y también,
- A la fase de investigación de prueba.

El estudio que se realice, deberá estar sustentado en función de un análisis estadístico del número y tipo de discrepancias halladas en chequeos de prueba o inspecciones, comparadas con el número y tipo de discrepancias halladas en un tiempo anterior, adicionando a esto las revisiones para determinar si alguna vez existió el problema.

La prueba de la operación, será conducida por la Escuadrilla y se pondrá atención particular aquellas áreas que estén sujetas a deterioros.

Los hallazgos deben indicar que no existen problemas de tiempo y que un aumento de tiempo no afectaría adversamente la Aeronavegabilidad del avión.

Asimismo los estudios de las Escuadrillas, documentarán el aumento de tiempo, antes de pasar al Comité de Confiabilidad para su aprobación.

4.8.1.3. Asignación del Proceso de Mantenimiento de Componentes

Los componentes serán asignados al proceso de mantenimiento de Hard Time si:

- El mal funcionamiento del componente tiene un efecto adverso directo en la seguridad del avión (aeronavegabilidad) y el análisis indica que el componente está sujeto a deterioro o desgaste con el tiempo, por resistencia de mal funcionamiento.
- Los ítems tienen una función oculta que no puede ser verificada o chequeada mientras que la unidad está instalada en el avión.
- Los ítems deben ser removidos para cambio de partes de “vida limitada”.
- Hay evidencia a partir de datos estadísticos o “discrepancias de taller” de que existe desgaste dentro de un periodo de tiempo.
- El ítem no es elegible para un proceso ON CONDITION porque la falla no es gradual o no existe chequeo On Condition satisfactorio y la unidad no debería ser operada hasta fallar (proceso de Condition Monitoring).

4.8.1.3.1. Remoción de Componentes del Hard Time

El Hard Time especificado para un componente puede ser revisado o el componente puede ser removido del proceso Hard Time si:

Los estudios reales, que indiquen el ítem no tiene período de desgaste definible o necesita un Overhaul programado.

El análisis de operación de unidad y modo de falla que indique que el ítem no tiene efecto adverso a la seguridad de vuelo y que el Overhaul programado no es económicamente deseable.

El tiempo de la unidad no está controlado por Programa de Mantenimiento, una directiva de Aeronavegabilidad o el tiempo límite establecido por el fabricante.

4.8.1.3.2. Remoción de Componentes en estado On Condition

Los Componentes pueden ser cambiados a Hard Time o Condition Monitoring si el análisis indica que los componentes pertenecen debidamente a esa categoría.

4.8.1.3.3. Condition Monitoring

Los componentes categorizados en Condition Monitoring, usualmente no requieren de Overhaul; y tan solo es necesaria una reparación para corregir el mal funcionamiento y devolver el componente al servicio.

Los componentes pueden ser asignados al proceso de Condition Monitoring sí:

El mal funcionamiento del ítem, no tiene un efecto directamente adverso sobre la seguridad de operación.

- El ítem no tiene funciones ocultas.
- No hay evidencia a partir de datos estadísticos o de “discrepancias de taller” que exista un periodo de desgaste específico.
- La unidad puede ser operada hasta que falle sin impacto adverso sobre las tasas de demora, seguridad operacional o condiciones del sistema, y no causa contaminación o fallas secundarias sobre el sistema.
- El mal funcionamiento puede ser detectado por la tripulación de vuelo.
- Los datos de Condition Monitoring son regularmente revisados y analizados por Confiabilidad para detectar la tendencia adversa.
- Se hacen recomendaciones para la localización de recursos técnicos y así poder corregir deficiencias.

La efectividad de una acción correctiva es calculada para seguir datos de análisis de Condition Monitoring, los cuales han establecido una tendencia o patrón de mal funcionamiento, y debido al uso o deterioro serán considerados por las Escuadrillas y la Sección Controles, para un cambio a Hard Time o a On Condition.

Mensualmente, Confiabilidad emite el Informe mensual donde incluye un listado de todos los componentes que han excedido el Límite de Control Superior durante el mes. El mismo que incluye el número de remociones del componente durante los últimos 12 y 3 meses y es enviado a las Escuadrillas, donde lo analizan y estudian, para promover los posibles cambios que serán aprobados por el Comité de Confiabilidad.

4.8.1.4. Cambios y ajustes a los intervalos del Programa de Mantenimiento

De acuerdo con (Solano, 2014), los cambios en el Programa de Mantenimiento o en sus intervalos se pueden hacer basándose en los estudios de las Escuadrillas, los mismos que serán puestos a consideración del Comité de Confiabilidad con el fin de modificar el programa.

Si la modificación es aceptada por el Comité de Confiabilidad, se enviara a través de Aseguramiento de la Calidad para aprobación de la JELFA.

Con el fin de sustentar cambios o escalamientos, Confiabilidad revisará los reportes no rutinarios generados durante los servicios A, B, y C de la Flota que haya cumplido por lo menos un chequeo C del programa de mantenimiento vigente, y basándose en ellos, la tendencia que estos muestren recomendará las modificaciones del caso.

La estructura final del programa de confiabilidad propuesto se muestra en el Anexo G

4.9. Glosario de términos Técnicos

Aeronave: Toda máquina que puede sustentarse en la atmósfera por reacciones del aire que no sean las reacciones del mismo contra la superficie de la tierra

Aeronave civil: Aeronave que no es del Estado

Alertas de Confiabilidad: Se utiliza el formulario a través del cual se informa el mal funcionamiento de un sistema. Cuando es detectado en la forma 781, tres (03) o más reportajes del mismo sistema, se envía dicha alerta al jefe de Controles y jefe de Control de Calidad, para el asesoramiento inmediato y búsqueda de las alternativas de solución al problema planteado.

Aeronavegabilidad: Aptitud técnica y legal que deberá tener una aeronave para volar en condiciones de operación segura, de tal manera que:

- (a) Cumpla con sus Certificado Tipo
- (b) Que exista la seguridad o integridad física, incluyendo sus partes, componentes y subsistemas, su capacidad de ejecución y sus características de empleo
- (c) Que la aeronave lleve una operación efectiva en cuanto al uso (corrosión, rotura, pérdida)

Aseguramiento de la Calidad: Es la actividad que da a todos los interesados, la evidencia necesaria para tener confianza de que la función de calidad se está realizando adecuadamente.

Autoridad Aeronáutica: Para todos los efectos del cumplimiento de las Regulaciones Técnicas de la Aviación Civil, es la Dirección General de Aviación Civil (DGAC)

Bitácora de Vuelo 781: Libro donde se registra los datos concernientes a los vuelos realizados.

Cancelación Técnica: Eliminación de una salida programada, como consecuencia de una sospecha, mal funcionamiento y/o defecto de un (os) sistema (s) o componente (s) de la aeronave

Componente: Unidad individual de un sistema o sub-sistema.

Chequeo en banco de prueba: Chequeo funcional de un componente en el taller, para determinar si el ítem puede ser o no ser devuelto al servicio, o si éste requiere ajuste, reparación parcial u Overhaul.

Chequeo Funcional, Prueba Funcional: Chequeo cuantitativo, para determinar si una o más funciones de un componente, operan dentro de los límites especificados.

Ciclo, Aeronave Operando: Una secuencia completa entre despegue y aterrizaje incluyendo aterrizajes touch and go landing.

CONDITION MONITORING: Proceso en el cual no es necesario establecer un mantenimiento preventivo para un ítem, si no que se permite que su fallo ocurra, así el ítem permanece activo hasta que falla, y su monitoreo se lo realiza mediante el programa de confiabilidad del operador

Confiabilidad: La probabilidad de que un componente y/o sistema de una aeronave, continúe funcionando durante un lapso de tiempo especificado y bajo condiciones predeterminadas.

Corte de Motor en Vuelo: Cese en la operación del motor, por cualquier razón diferente a procedimientos de operación normal o de entrenamiento.

CPCM: Centro de Planificación y Control de Mantenimiento Escuadrón 1121

Despegue: Despegue de un avión:

Demora Técnica: Las demoras técnicas, ocurren por mal funcionamiento de un sistema, componente u otro ítem de la aeronave, que demandan chequeo del mismo o acción correctiva necesaria, que causan retraso del tiempo de salida programado.

FAA: Federal Aviation Administration

Falla: La incapacidad de un componente para ejecutar su función esperada, con límites especificados.

F.A.R. (Federal Aviation Regulations): Regulaciones Federales para la Aeronáutica civil de los Estados Unidos de Norte América

F.O.D: Foreign object damage, Daño por objeto extraño

HARD TIME: Este es un proceso preventivo. Requiere que un ítem sea sometido a Overhaul de acuerdo con el manual de especificaciones de mantenimiento.

Debe ser removido antes del vencimiento de su tiempo de servicio permitido.

JELFA: Junta de Estandarización Logística de la Fuerza Aérea

Mantenimiento: Trabajos requeridos para asegurar el mantenimiento de la aeronavegabilidad de las aeronaves, lo que incluye una o varias de las siguientes tareas: reacondicionamiento, reparación, inspección, reemplazo de piezas, modificación o rectificación de defectos.

Mantenimiento Postergado: Es el formulario que nos permite aplicar MEL (Minimum Equipment List) para un despacho del vuelo en una forma aeronavegable.

Manual de operación de la aeronave: (Federal Aviation Administration, 2011) afirma que es un, manual, aceptable para el Estado del explotador, que contiene procedimientos, listas de verificación, limitaciones, información sobre la performance, detalles de los sistemas de aeronave y otros textos pertinentes a las operaciones de las aeronaves.

Norma: Toda regla, regulación, requisito, estándar, procedimiento o sistema característico promulgado por la DGAC. cuya obediencia es reconocida como necesaria en interés de la seguridad, regularidad o eficiencia de la aeronavegabilidad

Línea de vuelo: Operaciones de despacho y mantenimiento en plataforma

Tiempo de Operación: Quiere decir el tiempo desde el primer momento en que la aeronave se mueve con su propia potencia con el propósito de volar, hasta el momento en que ésta reposa en el siguiente punto de aterrizaje.

Troubleshooting: Solución de problemas

ON CONDITION: Proceso en el que realiza una serie de pruebas periódicas, sin remover ni desensamblar un elemento de su posición en un sistema de la aeronave, con el fin de asegurar que este se encuentra en óptimas condiciones de servicio según los rangos normales de operación.

Operador: Una persona, organización o empresa involucrada en la operación de una aeronave. Cualquier persona que autoriza la operación de la aeronave con o sin control (en calidad de propietario, arrendatario u otra forma).

Operar: Referido a la aeronave, significa el uso autorizado para utilización de la aeronave, para el propósito de la navegación aérea incluyendo el pilotaje de una aeronave con o sin el derecho del control legal (como dueño, arrendatario u otra condición).

Overhaul: Restauración y/o repotenciación de un componente de acuerdo con el manual de potenciales.

Parte (de producto): Todo material, componente o accesorio de equipo aeronáutico.

Partes de repuesto: Cualquier parte, adjuntos y accesorios de la aeronave, (diferentes de los motores de la aeronave y hélices), de los motores de las aeronaves (diferentes de las hélices), de las hélices dispositivos mantenidos para la instalación o uso en la aeronave, motor de la aeronave, hélice o dispositivos, pero que en el momento no están instaladas o adjuntas.

Regulaciones de Aviación Civil (RDAC): Conjunto de reglas que norman la actividad aeronáutica de la República del Ecuador.

Requisito: Condiciones por las cuales se certifica un producto

Reparación: Restitución a las condiciones iniciales de una aeronave o producto según su Certificado Tipo.

Reparación Mayor: Se refiere a una reparación:

- (a) Que si es realizada en forma incorrecta, puede afectar substancialmente el peso y balance, resistencia estructural, desempeño (performance), diseño, operación del sistema propulsor, características de vuelo, u otras condiciones que puedan afectar la aeronavegabilidad; o,
- (b) Que no es realizada de acuerdo a prácticas aceptadas o que no puede hacerse por medio de operaciones elementales.

Reporte de mal funcionamiento: Es el formulario es enviado a la Autoridad Aeronáutica en caso de que exista un mal funcionamiento de un sistema o componente.

Reparación Menor: Reparación que no sea mayor.

Reporte de Piloto: Cualquier condición que es reportada por la tripulación de vuelo, en la sección de mantenimiento de la Bitácora y que requiere acción correctiva.

Representante Autorizado por la Dirección General Aviación Civil: Significa cualquier empleado de la DGAC o cualquier persona natural o jurídica privada, debidamente calificada y autorizada por la DGAC., para realizar funciones en representación de la Autoridad Aeronáutica.

Sistema Ata 100: Es una combinación de componentes inter-relacionados y ordenados, de tal manera que ejecuten una función específica.

Sistema de calidad: Procedimientos y políticas de organización documentada; auditoría interna de esas políticas y procedimientos; examen de la gestión y recomendación para mejorar la calidad

Tasa Mensual: Constituye una figura que representa el período de un año y no es afectado por variaciones de periodos del año. Adicionalmente a lo que es recopilado las variaciones de un muestreo grande son relativamente pequeñas. Este es considerado una medida confiable del rendimiento a largo plazo. Sin embargo no es sensitivo a las condiciones de plazo corto. Este parámetro es controlado por dos limites el superior (UCL) y el inferior (LCL).

Vuelo Ferry: Son aquellos en los que se realiza el traslado de un avión de un punto a otro en vuelo no comercial, por razones de mantenimiento o reparaciones, retorno de un avión a su base de operaciones, traslado de un avión nuevo de fábrica a su nuevo dueño, etc.

Conclusiones

1. Mediante la metodología desarrollada en la propuesta se logró establecer los sistemas y componentes con los que actualmente operan las aeronaves Boeing 727-200 y 737-200 de la FAE.
2. Durante el desarrollo del programa se precisó la visualización de sistemas y componentes que presentaron parámetros de funcionamiento fuera de los perfiles normales de operación.
3. El programa de confiabilidad diseñado proporciona información técnica para identificar, evaluar y mejorar las fallas presentadas en los componentes y sistemas de las aeronaves, mediante el diagnóstico predictivo de las mismas, la planeación y el control de los servicios de mantenimiento.
4. Se determinó alteraciones en los perfiles de funcionamiento de diferentes sistemas y componentes de las aeronaves, coincidiendo en ítems como piloto automático, luces, comunicaciones, instrumentos de vuelo e indicadores.

Adicional a esto se recomendaron mejoras en los procesos de mantenimiento, basado principalmente en los índices de confiabilidad en los sistemas y componentes, que permitieron corregir y reevaluar las fallas presentadas.

Recomendación

Aplicar el programa de confiabilidad propuesto. El mismo que ofrecerá a la organización una guía para mejoramiento del control de fallos en sistemas y componentes y con ello la eficiencia de la planificación y control del mantenimiento en las aeronaves Boeing de la FAE.

Referencias Bibliográficas

Asociación Latinoamericana de Logística. (2011). *Glosario de Términos Logísticos*. Santiago: Autor.

Chávez, N. (2007). *Introducción a la Investigación Educativa*. Maracaibo: Gráfica González.

Dirección de Mantenimiento de la Fuerza Aérea. (2010). *Manual de Control de Calidad*. Quito, Ecuador: Autor.

Dirección General de Aviación Civil. (2010). *RDAC Parte 001: Definiciones y Abreviaturas*. Quito, Ecuador: Autor.

Dirección General de Aviación Civil. (2012). *Regulaciones Técnicas de Aviación Civil; CERTIFICACIÓN DE AERONAVES Y COMPONENTES DE AERONAVES*. Quito: Autor.

Dirección General de Aviación Civil. (2013). *Proceso de Certificación y Supervisión permanente de un operador aéreo certificado bajo la RDAC parte 137*. Quito: Autor.

Dirección General de Aviación Civil. (2013). *Regulaciones Técnicas de Aviación Civil, RDAC 043, Mantenimiento*. Quito, Ecuador: Autor.

Dirección General de Aviación Civil. (18 de Diciembre de 2014). *Aerocivil*. Obtenido de Aerocivil:

[http://www.aerocivil.gov.co/AAeronautica/Vigilancia/Aeronavegabilidad/Volume n%202/Parte4/CAPITULO%20XXXV.pdf](http://www.aerocivil.gov.co/AAeronautica/Vigilancia/Aeronavegabilidad/Volume%20n%202/Parte4/CAPITULO%20XXXV.pdf).

Dirección General de Aviación Civil. (2014). *RDAC PARTE 121 Requisitos de Operación: Operaciones Domésticas e Internacionales Regulares y No Regulares, Revisión 3*. Quito, Ecuador: Autor.

Dirección General de Aviación Civil del Ecuador. (2012). *Regulaciones Técnicas de Aviación Civil: RDAC Parte 145 Organización de mantenimiento Aprobadas*. Quito, Ecuador: Autor.

Duffuaa, S. (2002). *Sistemas de Mantenimiento. Planeación y Control 2da. Edición*. Mexico: Editorial Limusa.

Federal Aviation Administration. (1 de Noviembre de 2011). *FAA.gov*. Obtenido de FAA.gov:

http://www.faa.gov/about/initiatives/iasa/mcar/media/spanish/SPA_10_MCAR_P art_10_and_IS_V2.6.docx.

Fernandez, L. (2014). Planificación del Mantenimiento Aeronáutico. *Curso Planificación Aeronáutica* (pág. 14). Latacunga, Ecuador: Autor.

- Fuerza Aérea Ecuatoriana. (2014). *Manual General de Mantenimiento para el Grupo Logístico No. 112 revisión 1*. Quito, Ecuador: Autor.
- García, J. (2001). Journal Maintenance. *Mantenimiento Aeronáutico*, 1,18-42.
- González, F. (2004). *Auditoría de Mantenimiento e Indicadores de Gestión*. Madrid: Editorial Fundación Confemetal.
- Grupo Logístico No. 112. (2014). *Manual General de Mantenimiento*. Latacunga: Autor.
- Hernández y Cortés, B. S. (1982). *La teoría de la evaluación cognitiva: la relación entre las recompensas extrínsecas y la motivación intrínseca*. México: Universidad Anáhuac.
- Hernández, R., & otros, Y. (1991). *Metodología de la Investigación*. México: MCGRAW-HILL.
- Hoyos, S., & Lalinde, F. (18 de Agosto de 1997). *Generalidades de Confiabilidad*. Obtenido de Soareng Web site:
<http://soareng.com/data/documents/Generalidades-de-Confiabilidad.pdf>
- Kerlinger, F. N. (1979). *Enfoque Conceptual de la Investigación del Comportamiento*. Mexico: Nueva Editorial Interamericana.
- Silva, J. (3 de Diciembre de 2014). *monografías.com*. Obtenido de monografías.com: <http://www.monografias.com/trabajos13/planeco/planeco.shtml>
- Solano, J. (2014). Programa de Confiabilidad. *Programa de Confiabilidad* (pág. 178). Daule: Autor.
- Tamayo y Tamayo, M. (2003). *El Proceso de la Investigación Científica*. Mexico: Limusa Editores.

Anexo A

Universidad técnica de Cotopaxi

Maestría en gestión de la producción

Entrevista dirigida al personal del Grupo Logístico N° 112

Instrucciones:

- El presente instrumento, tiene por objeto recopilar información sobre la situación actual de la organización y particularmente del centro de planificación y mantenimiento aeronáutico.
- La información recabada, es de gran importancia y utilidad para la elaboración del proyecto de investigación y desarrollo.
- Agradecer la colaboración y sinceridad al responder, finalmente expresar que la información es totalmente confidencial.
- Pedir que todas las preguntas sean contestadas con total honestidad
- Marcar con una equis (X) solo un respuesta
- No omitir ninguna respuesta
- En caso de alguna duda solventarla eficientemente.

**Lista de Verificación dirigida al personal del Centro de Planificación y
Control de Mantenimiento del Escuadrón 1121.**

N°	PREGUNTAS	SI	NO
ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO			
1	¿La organización y responsabilidad del centro de planificación y control de mantenimiento está definida por escrito y aprobada?		
2	Los colaboradores asignados a la planificación y control del mantenimiento, cuentan con el apoyo necesario de la dirección y tienen autoridad suficiente para el cumplimiento de sus funciones y responsabilidades		
3	La organización cuenta con una estructura técnica administrativa para la recolección, depuración, almacenamiento, procesamiento y distribución de la información que el sistema requiere		
4	Las personas asignadas a cada puesto de trabajo tienen pleno conocimiento de sus funciones		
5	Los costos de mantenimiento son tomados en cuenta para la planificación		
6	Existen reuniones periódicas y se realizan seguimientos de niveles de calidad percibido por los clientes		
MÉTODOS Y SISTEMAS DE PLANIFICACIÓN			
7	Se dispone de un sistema de planificación y preparación de trabajo para intervenciones importantes		
8	La organización cuenta con un sistema de codificación lógica y secuencial que permita registrar información de cada equipo, como su ubicación, datos de mantenimiento necesarios para la elaboración de la planeación del mantenimiento		
9	Existen métodos formalizados para hacer mantenimiento, reparaciones, pruebas, etc.		
10	La organización tiene la documentación suficiente para llevar a cabo la planificación		
11	La organización cuenta con un cronograma de actividades que se van a realizar a los objetos de mantenimiento		
12	Se tiene asignado los ejecutores responsables para llevar a cabo la acción de mantenimiento		
13	Se cuenta con reglas definidas que permiten asignar los trabajos según las prioridades de la organización		
14	Se tiene un programa establecido de mantenimiento predictivo		
15	Se dispone de un plan semanal (o periódico) de distribución de trabajos		

LOGÍSTICA			
16	Se cuenta con un almacén específico o diferenciado para el abastecimiento		
17	El stock de repuestos está al día, accesible a su personal de forma informatizada y disponible		
18	Están todos los repuestos identificados y codificados		
19	Se realizan evaluaciones periódicas de los resultados de la aplicación del mantenimiento		
20	La organización del mantenimiento cuenta con estudios previos para determinar las cargas de trabajo por medio de las instrucciones de mantenimiento recomendadas por el fabricante para obtener ciclos de revisión de los elementos más importantes		
21	Considera que el personal procede adecuadamente con el mantenimiento		
22	Tiene proveedores concertados que almacenan en dependencias los materiales y repuestos de suministro		
23	El personal cumple con su horario de trabajo		
24	Tienen un sistema rápido y eficaz de reparación de equipos y sistemas de inventario		
25	Los procedimientos administrativos y operativos para solicitar un repuesto o un traslado son ágiles y amigables.		
ORGANIZACIÓN DEL TALLER DE MANTENIMIENTO			
26	Se encuentra bien ubicado el almacén de herramientas y repuestos		
27	Se dispone de suficientes medios de manutención y transporte adecuados a sus trabajos preventivos y correctivos		
28	Existen procesos de mantenimiento pendientes		
29	Existe un responsable de logística, de custodia de herramientas, equipos, verificación y calibración de los mismos		
30	El espacio asignado para las actividades de mantenimiento en general es suficiente		
CONTRATACIÓN			
31	La selección de contratistas se lleva a cabo según criterios técnicos y de competencia		
32	Incluyen los contratos con empresas contratistas cláusulas de resultados		
33	Se desarrolla una garantía de calidad y colaboración con los contratistas		
34	El control de trabajos de los contratistas y la recepción de los mismos se lleva a cabo con personal de la organización y bajo procedimientos rigurosos		
35	Se dispone de documentación específica para que la empresa externa lleve a cabo el mantenimiento		

HERRAMIENTAS Y MEDIOS DE PRUEBA			
36	Se dispone de un inventario documentado y actualizado de herramientas y equipos de pruebas		
37	Está correctamente definido el procedimiento de verificación y calibración de herramientas especiales y útiles		
38	Cada operario dispone de una caja de herramientas personal		
39	La organización de mantenimiento posee los equipos adecuado para realizar a cabo todas las acciones de mantenimiento		
40	Dispone de sitios adecuados para el mantenimiento de equipos permitiendo el control de su uso		
41	Considera que los procesos de mantenimiento llevados a cabo se realizan con eficacia		
42	Existen verificaciones periódicas de puesta en conformidad de máquinas, equipos y herramientas nuevas y usadas.		
DOCUMENTACIÓN TÉCNICA			
43	Están disponibles la documentación técnica de utilización y mantenimiento		
44	Son fácilmente obtenibles y utilizables los planos de las instalaciones		
45	Existen procesos de control que permitan llevar la documentación técnica adecuada		
46	Se dispone de documentación técnica suficiente para la ejecución de diferentes tareas de mantenimiento		
PERSONAL Y FORMACIÓN			
47	El ambiente de trabajo en general es positivo		
48	Dirigen y supervisan correctamente los mandos intermedios los trabajos efectuados por los operarios bajo su responsabilidad		
49	Se examinan en grupo los problemas a menudo		
50	Se lleva a cabo encuentros periódicos de apreciación entre el personal directivo y operativo		
51	Considera que el personal está capacitado para realizar tareas de mantenimiento		
52	Considera que la formación técnica del personal es satisfactoria		
53	La organización de mantenimiento cuenta con el apoyo de la organización, y trabaja en coordinación con cada uno de los entes que la conforman		
54	Recibe el personal formación en seguridad y prevención de accidentes de forma regular		
55	Se sigue rigurosamente la cualificación y la habilitación del personal		
56	Existe pérdidas importantes en tiempo productivo debido a retrasos, ausencias		

CONTROL DE ACTIVIDADES			
57	Se dan informes regulares del control de las horas, costes de mano de obra y de repuestos		
58	Se controla la eficacia, grado de saturación y tiempos muertos del potencial de mantenimiento		
59	Existe dominio en las cargas de trabajo		
60	Considera que la organización cumple con el mantenimiento previsto por las normas		
61	Se dispone de costes de mantenimiento, equipamiento, etc.		
62	Se tiene autonomía a la hora de negociar nuevas actividades, mejorar rendimientos, cambiar procesos y periodicidades, etc.		

Anexo B

Universidad técnica de Cotopaxi

Maestría en gestión de la producción

Guía de observación dirigido para el Personal del Grupo Logístico N° 112

OBJETIVO: Identificar los aspectos de la planificación de mantenimiento que inciden en los fallos en los sistemas y componentes de las aeronaves Boeing de la FAE.

DATOS GENERALES:

Fecha: _____

Área a observar: _____

Nombre de la observadora: _____

N°	PREGUNTAS	ADECUADA	PARCIALM ENTE ADECUADA	INADECUADA
ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO				
1	¿La organización y responsabilidad del centro de planificación y control de mantenimiento está definida por escrito y aprobada?			
2	Los colaboradores asignados a la planificación y control del mantenimiento, cuentan con el apoyo necesario de la dirección y tienen autoridad suficiente para el cumplimiento de sus funciones y responsabilidades			
3	La organización cuenta con una estructura técnica administrativa para la recolección, depuración, almacenamiento, procesamiento y distribución de la información que el sistema requiere			

4	Las personas asignadas a cada puesto de trabajo tienen pleno conocimiento de sus funciones			
5	Los costos de mantenimiento son tomados en cuenta para la planificación			
METODOS Y SISTEMAS DE PLANIFICACIÓN				
6	Se dispone de un sistema de planificación y preparación de trabajo para intervenciones importantes			
7	La organización cuenta con un sistema de codificación lógica y secuencial que permita registrar información de cada equipo, como su ubicación, datos de mantenimiento necesarios para la elaboración de la planeación del mantenimiento			
8	La organización tiene la documentación suficiente para llevar a cabo la planificación			
9	La organización cuenta con un cronograma de actividades que se van a realizar a los objetos de mantenimiento			
10	Se tiene asignado los ejecutores responsables para llevar a cabo la acción de mantenimiento			
11	Se tiene un programa establecido de mantenimiento predictivo			

LOGÍSTICA				
20	La organización del mantenimiento cuenta con estudios previos para determinar las cargas de trabajo por medio de las instrucciones de mantenimiento recomendadas por el fabricante para obtener ciclos de revisión de los elementos más importantes			
21	Considera que el personal procede adecuadamente con el mantenimiento			
22	Tiene proveedores concertados que almacenan en dependencias los materiales y repuestos de suministro			
23	Tienen un sistema rápido y eficaz de reparación de equipos y sistemas de inventario			
ORGANIZACIÓN DEL TALLER DE MANTENIMIENTO				
24	Se encuentra bien ubicado el almacén de herramientas y repuestos			
25	Existen procesos de mantenimiento pendientes			
26	Existe un responsable de logística, de custodia de herramientas, equipos, verificación y calibración de los mismos			
CONTRATACIÓN				
27	La selección de contratistas se lleva a cabo según criterios técnicos y de competencia			
28	Se desarrolla una garantía de calidad y colaboración con los contratistas			

29	El control de trabajos de los contratistas y la recepción de los mismos se lleva a cabo con personal de la organización y bajo procedimientos rigurosos			
30	Se dispone de documentación específica para que la empresa externa lleve a cabo el mantenimiento			
HERRAMIENTAS Y MEDIOS DE PRUEBA				
31	Se dispone de un inventario documentado y actualizado de herramientas y equipos de pruebas			
32	Está correctamente definido el procedimiento de verificación y calibración de herramientas especiales y útiles			
33	La organización de mantenimiento posee los equipos adecuados para realizar a cabo todas las acciones de mantenimiento			
34	Dispone de sitios adecuados para el mantenimiento de equipos permitiendo el control de su uso			
35	Existen verificaciones periódicas de puesta en conformidad de máquinas, equipos y herramientas nuevas y usadas.			
DOCUMENTACIÓN TÉCNICA				
36	Están disponibles la documentación técnica de utilización y mantenimiento			
37	Existen procesos de control que permitan llevar la documentación técnica adecuada			
38	Se dispone de documentación técnica suficiente para la ejecución de diferentes tareas de			

	mantenimiento			
PERSONAL Y FORMACIÓN				
39	Dirigen y supervisan correctamente los mandos intermedios los trabajos efectuados por los operarios bajo su responsabilidad			
40	Considera que el personal está capacitado para realizar tareas de mantenimiento			
41	Considera que la formación técnica del personal es satisfactoria			
42	Recibe el personal formación en seguridad y prevención de accidentes de forma regular			
43	Se sigue rigurosamente la cualificación y la habilitación del personal			
CONTROL DE ACTIVIDADES				
44	Se dan informes regulares del control de las horas, costes de mano de obra y de repuestos			
45	Considera que la organización cumple con el mantenimiento previsto por las normas			
46	Se dispone de costes de mantenimiento, equipamiento, etc.			

Anexo C

Consulta Archivos

Registros

FECHA		SERIES VUELO		AVION		T. AT		AVION		MOTOR.1		MOTOR.2		MOTOR.3		TEN. DE.		TEN. IZ.		TEN. NA.		HORAS DE VUELO DEBEN QUE SE ENTREGAN AL AVION A LA FE						OBSERVACIONES																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
																						666	667	668	669	670	671			672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	TOT. MES ANTERIOR	CAMBIO APU DEL 5/1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
02-06-14	3	1	20	38399	15	47026	1	3113	4530	4980	3176	1483	1483	1483	1483	1483	1483	1483	1483	1483	0	2	2348	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000	1001	1002	1003	1004	1005	1006	1007	1008	1009	1010	1011	1012	1013	1014	1015	1016	1017	1018	1019	1020	1021	1022	1023	1024	1025	1026	1027	1028	1029	1030	1031	1032	1033	1034	1035	1036	1037	1038	1039	1040	1041	1042	1043	1044	1045	1046	1047	1048	1049	1050	1051	1052	1053	1054	1055	1056	1057	1058	1059	1060	1061	1062	1063	1064	1065	1066	1067	1068	1069	1070	1071	1072	1073	1074	1075	1076	1077	1078	1079	1080	1081	1082	1083	1084	1085	1086	1087	1088	1089	1090	1091	1092	1093	1094	1095	1096	1097	1098	1099	1100	1101	1102	1103	1104	1105	1106	1107	1108	1109	1110	1111	1112	1113	1114	1115	1116	1117	1118	1119	1120	1121	1122	1123	1124	1125	1126	1127	1128	1129	1130	1131	1132	1133	1134	1135	1136	1137	1138	1139	1140	1141	1142	1143	1144	1145	1146	1147	1148	1149	1150	1151	1152	1153	1154	1155	1156	1157	1158	1159	1160	1161	1162	1163	1164	1165	1166	1167	1168	1169	1170	1171	1172	1173	1174	1175	1176	1177	1178	1179	1180	1181	1182	1183	1184	1185	1186	1187	1188	1189	1190	1191	1192	1193	1194	1195	1196	1197	1198	1199	1200	1201	1202	1203	1204	1205	1206	1207	1208	1209	1210	1211	1212	1213	1214	1215	1216	1217	1218	1219	1220	1221	1222	1223	1224	1225	1226	1227	1228	1229	1230	1231	1232	1233	1234	1235	1236	1237	1238	1239	1240	1241	1242	1243	1244	1245	1246	1247	1248	1249	1250	1251	1252	1253	1254	1255	1256	1257	1258	1259	1260	1261	1262	1263	1264	1265	1266	1267	1268	1269	1270	1271	1272	1273	1274	1275	1276	1277	1278	1279	1280	1281	1282	1283	1284	1285	1286	1287	1288	1289	1290	1291	1292	1293	1294	1295	1296	1297	1298	1299	1300	1301	1302	1303	1304	1305	1306	1307	1308	1309	1310	1311	1312	1313	1314	1315	1316	1317	1318	1319	1320	1321	1322	1323	1324	1325	1326	1327	1328	1329	1330	1331	1332	1333	1334	1335	1336	1337	1338	1339	1340	1341	1342	1343	1344	1345	1346	1347	1348	1349	1350	1351	1352	1353	1354	1355	1356	1357	1358	1359	1360	1361	1362	1363	1364	1365	1366	1367	1368	1369	1370	1371	1372	1373	1374	1375	1376	1377	1378	1379	1380	1381	1382	1383	1384	1385	1386	1387	1388	1389	1390	1391	1392	1393	1394	1395	1396	1397	1398	1399	1400	1401	1402	1403	1404	1405	1406	1407	1408	1409	1410	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1419	1420	1421	1422	1423	1424	1425	1426	1427	1428	1429	1430	1431	1432	1433	1434	1435	1436	1437	1438	1439	1440	1441	1442	1443	1444	1445	1446	1447	1448	1449	1450	1451	1452	1453	1454	1455	1456	1457	1458	1459	1460	1461	1462	1463	1464	1465	1466	1467	1468	1469	1470	1471	1472	1473	1474	1475	1476	1477	1478	1479	1480	1481	1482	1483	1484	1485	1486	1487	1488	1489	1490	1491	1492	1493	1494	1495	1496	1497	1498	1499	1500	1501	1502	1503	1504	1505	1506	1507	1508	1509	1510	1511	1512	1513	1514	1515	1516	1517	1518	1519	1520	1521	1522	1523	1524	1525	1526	1527	1528	1529	1530	1531	1532	1533	1534	1535	1536	1537	1538	1539	1540	1541	1542	1543	1544	1545	1546	1547	1548	1549	1550	1551	1552	1553	1554	1555	1556	1557	1558	1559	1560	1561	1562	1563	1564	1565	1566	1567	1568	1569	1570	1571	1572	1573	1574	1575	1576	1577	1578	1579	1580	1581	1582	1583	1584	1585	1586	1587	1588	1589	1590	1591	1592	1593	1594	1595	1596	1597	1598	1599	1600	1601	1602	1603	1604	1605	1606	1607	1608	1609	1610	1611	1612	1613	1614	1615	1616	1617	1618	1619	1620	1621	1622	1623	1624	1625	1626	1627	1628	1629	1630	1631	1632	1633	1634	1635	1636	1637	1638	1639	1640	1641	1642	1643	1644	1645	1646	1647	1648	1649	1650	1651	1652	1653	1654	1655	1656	1657	1658	1659	1660	1661	1662	1663	1664	1665	1666	1667	1668	1669	1670	1671	1672	1673	1674	1675	1676	1677	1678	1679	1680	1681	1682	1683	1684	1685	1686	1687	1688	1689	1690	1691	1692	1693	1694	1695	1696	1697	1698	1699	1700	1701	1702	1703	1704	1705	1706	1707	1708	1709	1710	1711	1712	1713	1714	1715	1716	1717	1718	1719	1720	1721	1722	1723	1724	1725	1726	1727	1728	1729	1730	1731	1732	1733	1734	1735	1736	1737	1738	1739	1740	1741	1742	1743	1744	1745	1746	1747	1748	1749	1750	1751	1752	1753	1754	1755	1756	1757	1758	1759	1760	1761	1762	1763	1764	1765	1766	1767	1768	1769	1770	1771	1772	1773	1774	1775	1776	1777	1778	1779	1780	1781	1782	1783	1784	1785	1786	1787	1788	1789	1790	1791	1792	1793	1794	1795	1796	1797	1798	1799	1800	1801	1802	1803	1804	1805	1806	1807	1808	1809	1810	1811	1812	1813	1814	1815	1816	1817	1818	1819	1820	1821	1822	1823	1824	1825	1826	1827	1828	1829	1830	1831	1832	1833	1834	1835	1836	1837	1838	1839	1840	1841	1842	1843	1844	1845	1846	1847	1848	1849	1850	1851	1852	1853	1854	1855	1856	1857	1

Reportes de pilotos (FORM. FAE 781)

FECHA		JEFE DE MAQUINARIA		AERONAVE		N° COA ASTRONAVE	
DESDE	HASTA	GRADO	NOMBRE	REGISTRO	TIPO	N°	FECHA
04-Ago-2014		CUNAT.		EX 1271	ACA 1271	727-200	71E620
SIMB	FECHA DISCREPANCIA	ORDEN TRABAJO	ORD. CANALIZACIÓN	N° SERIE INSTALA.	N° PARTE	FECHA CORRECCIÓN	
8	4-Ago-14	B200-34-469				04/08/2014	
DISCREPANCIA				ACCIÓN CORRECTIVA			
INTERRUPTOR PA DE LA CASA N° 2 DE RADIOS DEFECTUOSO RECIBE LA SEÑAL INTERMITENTE.				REALIZADO REPARACION DE PLUG Y CAMBIO DE CASA EL CUAL DEL F/10 SEGUN AMM 34-00 CHEQUEO OPERACIONAL "OK"			
DESCUBIERTO POR: (Grado, Nombre y Firma)				CORREGIDO POR: (Grado, Nombre y Firma)			
MAYO. MORENO E				SUCO SANCHEZ C			
SUPERVISADO POR: (Grado, Nombre y Firma)				SUPERVISADO POR: (Grado, Nombre y Firma)			
SCOP Roberto L				SCOP Roberto L			
SIMB	FECHA DISCREPANCIA	ORDEN TRABAJO	ORD. CANALIZACIÓN	N° SERIE INSTALA.	N° PARTE	FECHA CORRECCIÓN	
P	03/Ago/14	B200-28-411		N/A		01/Ago/14	
DISCREPANCIA				ACCIÓN CORRECTIVA			
Fuga por cámara principal de combustible				Realizado cambio de cámara principal de combustible según AMM 13-00 chequeado con control S/N			
DESCUBIERTO POR: (Grado, Nombre y Firma)				CORREGIDO POR: (Grado, Nombre y Firma)			
Saco Postura Jose				Saco Postura Jose			
SUPERVISADO POR: (Grado, Nombre y Firma)				SUPERVISADO POR: (Grado, Nombre y Firma)			
SCOP DIAZ M.				SCOP DIAZ M.			
SIMB	FECHA DISCREPANCIA	ORDEN TRABAJO	ORD. CANALIZACIÓN	N° SERIE INSTALA.	N° PARTE	FECHA CORRECCIÓN	
7	08/08/14	B200-35-473		N/A	4459	08/10/14	
DISCREPANCIA				ACCIÓN CORRECTIVA			
Luz de cabina (Luz de cabina #1)				Realizado cambio de luz de cabina a luz de cabina AMM 33-00-00 chequeado en vuelo S/N			
DESCUBIERTO POR: (Grado, Nombre y Firma)				CORREGIDO POR: (Grado, Nombre y Firma)			
MAYO. MORENO E				SUCO LAIZA GONZALEZ			
SUPERVISADO POR: (Grado, Nombre y Firma)				SUPERVISADO POR: (Grado, Nombre y Firma)			
SUCO CARLOS SUAN				SUCO CARLOS SUAN			
SIMB	FECHA DISCREPANCIA	ORDEN TRABAJO	ORD. CANALIZACIÓN	N° SERIE INSTALA.	N° PARTE	FECHA CORRECCIÓN	
5	2-08-2014	B200-22-475				8-Ago-14	
DISCREPANCIA				ACCIÓN CORRECTIVA			
DURANTE SERVICIO DE LA CASA N° 2 DE RADIOS DEFECTUOSO				Realizado montaje servomotor plug test en fuente de			
DESCUBIERTO POR: (Grado, Nombre y Firma)				CORREGIDO POR: (Grado, Nombre y Firma)			
MAYO. MORENO E				SUCO SANCHEZ C			
SUPERVISADO POR: (Grado, Nombre y Firma)				SUPERVISADO POR: (Grado, Nombre y Firma)			
SCOP Roberto L				SCOP Roberto L			
SIMB	FECHA DISCREPANCIA	ORDEN TRABAJO	ORD. CANALIZACIÓN	N° SERIE INSTALA.	N° PARTE	FECHA CORRECCIÓN	
6	2-Ago-14	B200-26-477		N/A		07-08-2014	
DISCREPANCIA				ACCIÓN CORRECTIVA			
Luz de cabina (Luz de cabina #1)				Realizado cambio de luz de cabina a luz de cabina AMM 33-00-00 chequeado en vuelo S/N			
DESCUBIERTO POR: (Grado, Nombre y Firma)				CORREGIDO POR: (Grado, Nombre y Firma)			
MAYO. MORENO E				SUCO CARLOS SUAN			
SUPERVISADO POR: (Grado, Nombre y Firma)				SUPERVISADO POR: (Grado, Nombre y Firma)			
SUCO CARLOS SUAN				SUCO CARLOS SUAN			

Reportes de Herramientas



FUERZA AEREA ECUATORIANA
CONTROL DE CALIDAD

GRUPO LOGÍSTICO No.

REPORTE DE HERRAMIENTAS Y OBJETOS PERDIDOS				No.
FAE No. DE ...	SERIE DEL AVIÓN	ORGANIZACIÓN	FECHA	HORA DE PERDIDA
NÚMERO DEL CTK	DESCRIPCIÓN DEL OBJETO	FORMULARIO FAE 731A FAE..... CABILLERO.....	AVIÓN EN TIERRA: <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO HORA..... FECHA.....	
OPERA MANTO NOTIFICADO NOMBRE..... HORA..... FECHA.....	SUPERVISOR NOTIFICADO NOMBRE..... HORA..... FECHA.....	CUSTODIO CTK NOTIFICADO NOMBRE..... HORA..... FECHA.....	SUPERVISOR CONTROL CALIDAD NOTIFICADO NOMBRE..... HORA..... FECHA.....	
ÁREA AL QUE PERTENECE EL ÍTEM PERDIDO.....				
ÍTEM No.	EL SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO ASEGURARÁ QUE TODOS LOS ÍTEMS ESTÉN COMPLETOS	INICIALES DEL INDIVIDUO	HORA Y FECHA	
1	NOMBRE DEL INDIVIDUO(S) QUE PERDIÓ EL OBJETO			
2	TRABAJO QUE ESTUVO SIENDO DESARROLLADO CUANDO SE PERDIÓ EL ÍTEM			
3	ÁREAS CHEQUEADAS Y PASOS TOMADOS PARA ENCONTRAR EL OBJETO			
4	BUSQUEDA CONDUcida POR (Lista de Individuos)			
5	¿EL ÍTEM FUE O NO FUE ENCONTRADO? (Si fue encontrado registre la localización)			
6	EL FORMULARIO DEBE SER LLENADO POR EL CUSTODIO DE LA CAJA DE HERRAMIENTAS (CTK)			
7	FIRMA DEL SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO			

FORMA FAE AC. 002
REV.No.00-AGO-2010

Ordenes de Trabajo

FUERZA AEREA ECUATORIANA					
ORDEN DE TRABAJO				REPARTO:.....	
1. No. de Orden de Trabajo	2. Lugar de trabajo	3. Aeronave	4. Serie/Avión	5. Horas de Avión	6. Fecha de Emisión
WO-xxx-yyy-zzz 7. Modelo/Motor	8. Serie/Motor	9. Tiempo desde Nuevo (TSN)		10. Tiempo desde Overhaul (TSO)	11. Grado y Nombre emisor de W.O.
12. Identif. Componente o equipo	13. Numero de Serie	14. Tiempo desde Nuevo		15. Tiempo desde Overhaul	16. Grado y Nombre archivo de W.O.
17. Referencias técnicas, OTs, Tarjetas de Trabajo, etc.	18. Tipo de Mantenimiento (Preventivo, correctivo)	19. COMIENZA		20. TERMINA	
		dd/mm/aa	Hora	dd/mm/aa	Hora
a.					21. Total Horas Hombre
b.					22. Grado y Nombre
c.					
d.					
e.					
23. DISCREPANCIAS:					
24. ACCION CORRECTIVA:					
25. FIRMAS DE RESPONSABILIDAD		JEFE SEC. CONTROLES		SUPERVISOR (GRADO, NOMBRE Y FIRMA)	
				IN SP. CONTROL CALIDAD (GRADO, NOMBRE Y FIRMA)	
<small>EL SUPERVISOR ASIGNADO, VERIFICARÁ QUE EL PERSONAL SE ENCUENTRA CON LA DOCUMENTACION TECNICA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA CUMPLIR CON EL TRABAJO, UNA VEZ CONCLUIDA LA TAREA, ESTA ORDEN DE TRABAJO DEBE SER REMITIDA A LA SECCION CONTROLES PARA SU R.</small>					
FORMA FAE-349					

Emitido por el Departamento de Desarrollo Organizacional de la Dirección de Mantenimiento FAE


Control de tareas diferidas

FUERZA AEREA ECUATORIANA		CONTROL DE TAREAS DIFERIDAS	
N° ORDEN DE TRABAJO: 1		N° COLA AERONAVE: 2 FECHA: _____ 3	
N°	TÉCNICO	TAREAS DIFERIDAS	OBSERVACIONES
4	5	6	7

Registro de Actividades

 FUERZA AEREA ECUATORIANA		REGISTRO DIARIO DE SUPERVISORES				
FECHA	SUPERVISOR	TURNO	LUGAR 4			
1	2	3	LÍNEA DE VUELO			
			HANGAR			
			OTROS			
TRABAJOS						
Ord	Aeronave/Equipo	Condición	Realizados	Proceso	Pendiente	Responsable
1	5	6	7	8	9	10
2						
3						
4						
5						
OBSERVACIONES:						
11						
SUPERVISOR SALIENTE			SUPERVISOR ENTRANTE			
12			13			
Nombres:			Nombres:			
Habilitación No:			Habilitación No:			
Firma:			Firma:			
Rev. Original 20-ene-2012						

Trabajos de no rutina

 FUERZA AEREA ECUATORIANA		TARJETA DE TRABAJO DE NO RUTINA			
No. 1		FAE-			
SECCIÓN	SUPERVISOR	FECHA	HORA INICIO	HORA FINALIZA	T.T. TRABAJO
2	3	8	9	10	11
DISCREPANCIAS			CORRECCION DE DISCREPANCIAS		
4			12		
CUMPLIMIENTO MAXIMO:					
UNIDAD QUE SE REMUEVE:			17	UNIDAD QUE SE INSTALA:	
P/N:		S/N:		P/N:	
S/N:					
ORIGEN EN: TARJETA DE RUTINA: REPORTAJE DE : INSPECCION CC FAE: OTRO:			TÉCNICO:		
5			FIRMA:		HABILITACION No.
			13	14	
REPORTADO POR:			INSPECTOR:		

Registro de documentación Técnica

 FUERZA AEREA ECUATORIANA		INGRESO DE DOCUMENTACIÓN TÉCNICA						
No.	Aeronave	Descripción	Número de Parte	Número de Serie	Fecha de Cumplimiento	Entregado por:	Tipo/ Estado	Observaciones
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Registros de distribución

 FUERZA AEREA ECUATORIANA		REGISTRO DISTRIBUCIÓN DE RECORDS TÉCNICO			
ARCHIVADOR No.	No. AERONAVE: (1)				
(2)	DESCRIPCIÓN / CONTENIDO				
GAVETA No. (3)	(4)				

Forma FAE-MGM-102

Registro de Recepción de material



FUERZA AEREA ECUATORIANA

CONTROL DE CALIDAD

GRUPO LOGÍSTICO No.

RECEPCIÓN DE MATERIAL TRAZABILIDAD- INSPECCIÓN VISUAL

1. FECHA: _____	2. SEGUIMIENTO No. : _____
3. IDENTIFICACIÓN DE DATOS: FUNGIBLE ... ROTABLE ... COMPONENTE ... OTROS ... DESCRIPCIÓN: _____ No. PARTE FAB: _____ N.S.N. _____ No. LOTE: _____ N/S _____ T.S.N. _____ T.S.O. _____ CICLOS _____	4. CONDICIÓN: NUEVA FAB.: _____ MODIFICADO: _____ OVERHAULED: _____ REPARADO: _____ CALIBRADO: _____ OTROS: _____
5. CANTIDAD: _____	6. UNIDADES: _____
7. IDENTIFICACIÓN FABRICANTE/ESTACIÓN: PROVEEDOR: _____ No. FACTURA: _____ PAÍS DE ORIGEN: _____	8. DOCUMENTACION DE TRAZABILIDAD: FAA FORM 8130-3 _____ JAA / EASA FORM ONE: _____ REPORTE DESMONTAJE (TEARDOWN REPORT) _____ CERTIFICADO FABRICANTE: _____ FECHA DE CONDICIÓN: _____ FECHA DE EXPIRACIÓN: _____
9. MATERIAL CON REQUERIMIENTO ANTI-ESTÁTICO SI: _____ NO: _____	10. OBSERVACIONES: _____ _____

11. INSPECTOR DE CONTROL DE CALIDAD:

GRADO Y NOMBRE: _____

FIRMA Y SELLO: _____

FORMA FAE AC. 009
REV. No. 00-AGO 2010

Información Técnica del Fabricante
Manuales Técnicos de las Aeronaves

**MAINTENANCE
PLANNING
DATA**

737

**PUBLISHED BY
MAINTENANCE - ENGINEERING
CUSTOMER SUPPORT**

**BOEING COMMERCIAL AIRPLANES
(SEATTLE, WASHINGTON)**

**REV.P
NOVEMBER 1990**

D6-17594-2

Manuales Técnicos de las Aeronaves

CHAPTER		AIR CONDITIONING		ATA NO. 21	
DESCRIPTION		REFERENCE	MAINT. FREQUENCY	LOCATION	TIME
		MAINTENANCE MANUAL		ZONE AND DOOR AREA	HOURS AND TENTHS REMOVE AND REPLACE
		QTY PER ACFT			ELAPSED MAN HRS
7-21-01	Air Cycle Machine	2	21-51-11 CM OR 8000	2-12 2-14	.50 3303 3403
7-21-02	Air Mix Valve	2	21-61-11 CM OR 9000	2-12 2-14	.50 3303 3403
7-21-03	(Moved to 7-21-27.1)				
7-21-04	Cabin Temperature Selector	2	21-61-0 CM	1-2	.25
7-21-05	Deleted - (See 1.B, Page 1, Section 7-00)				
7-21-06	Heat Exchanger	4	21-51-21 CM OR 12,000	2-12 2-14	4.0 3303 3403
7-21-07	Cabin Pressure Outflow Valve	1	21-31-11 CM OR 8000	2-20	.40 IP
IP = Internal Panel					

M-7360-155

REV LTR P NO. D6-17594-2
SECTION 7-21 PAGE 1

Publicaciones Técnicas
Directivas de Aeronavegabilidad



FAA
Aviation Safety

AIRWORTHINESS DIRECTIVE

www.faa.gov/aircraft/safety/alerts/
www.gpoaccess.gov/fr/advanced.html

2014-04-09 The Boeing Company: Amendment 39-17768; Docket No. FAA-2013-0701; Directorate Identifier 2013-NM-073-AD.

(a) Effective Date

This AD is effective May 2, 2014.

(b) Affected ADs

None.

(c) Applicability

This AD applies to all The Boeing Company Model 727, 727C, 727-100, 727-100C, 727-200, and 727-200F series airplanes, certificated in any category.

(d) Subject

Air Transport Association (ATA) of America Code 57, Wings.

(e) Unsafe Condition

This AD will complete certain mandated programs intended to support the airplane reaching its limit of validity (LOV) of the engineering data that support the established structural maintenance program. We are issuing this AD to prevent cracks in the rib upper chord, which could result in the inability of the wing structure to support the limit load condition, and consequent loss of structural integrity of the wing.

(f) Compliance

Comply with this AD within the compliance times specified, unless already done.

(g) Post-Repair Inspection

For any small repair that has been done as specified in Boeing 727 Service Bulletin 57-112; or Part III of the Accomplishment Instructions of Boeing Service Bulletin 727-57-0112: Within 3,500 flight cycles after the small repair was installed or inspected as specified in Boeing Service Bulletin 727-57-0112, or within 18 months after the effective date of this AD, whichever occurs latest, do a high frequency eddy current inspection for cracking of the vertical flange of the rib chord from the inboard side, and do a detailed (close visual) inspection for cracking along the upper fillet radius of the rib chord, in accordance with Part III of the Accomplishment Instructions of Boeing Service Bulletin 727-57-0112, Revision 5, dated July 31, 1997. Repeat the inspections thereafter at intervals not to exceed 3,500 flight cycles until accomplishment of the repair or modification specified in paragraph (i) or (j) of this AD.

Servicios de Boletín

BOEING

Commercial
Airplane
Group

727
Service Bulletin

Number: 727-57-0112
Date: September 2, 1970
Revision 5: July 31, 1997
ATA System: 5712

Revision Transmittal Sheet

SUBJECT: WINGS - RIB UPPER CHORD AT BL 70.5 - INSPECTION, MODIFICATION, AND REPAIR

This revision includes all pages of the service bulletin.

COMPLIANCE INFORMATION RELATED TO THIS REVISION

No more work is necessary on airplanes changed by Revision 4 of this service bulletin.

More work is necessary on Group 1 airplanes changed by Revisions 2 or 3, Part V of the Accomplishment Instructions of this service bulletin. On Group 1 Airplanes with the Major Repair/Preventive Modification installed, it is necessary to make an inspection at BL 70.5 for a repair strap. If a strap is not installed, it is necessary to make an inspection of the frame for cracks.

SUMMARY

This revision is sent to tell operators that new kits are available for Group 1 and 2 Airplanes. The drawings used to install the kits are sent with this revision (the drawings have been revised since the release of Notice of Status Change 3). The format used to show the removal of parts and installation of the kits has changed. Also repairs, that operators have requested, are included, and the compliance information has been clarified.

This revision is sent to tell the 727 airplane operators that this service bulletin has been identified by the 727 Structures Working Group (SWG), and the structural change and inspection given in this service bulletin are recommended to be included on applicable 727 airplanes. The change and inspection given in this service bulletin must be included at the times given in the Description and Accomplishment Instructions.

As a result of the Aging Fleet Conference held by the FAA, the 727 SWG was made and included 727 airline operators from a large part of the high time 727 fleet, persons from the Boeing Company, and monitors from the FAA. The SWG examined the structural changes and inspections given in applicable Boeing service bulletins. A selection of these service bulletins was made that contain structural changes and inspections that are important to the continued structural airworthiness of 727 airplanes. The structural changes given in these service bulletins are recommended to be included, and the inspections are recommended to be a part of the regularly scheduled maintenance on applicable 727 airplanes.

The data given in Notice of Status Change 727-57-0112 NSC 1, 2 and 3 are included in this revision.

Paragraph I.A., Effectivity, shows changes of airplane operators. Each operator should examine the Effectivity paragraph for changes.

Vertical lines are put on the left edge of each page, except in Paragraph I.A., Effectivity, to show the location of important changes. Pages with a revision number and date, but no vertical lines, have no important changes.

REVISION HISTORY

Initial Release: September 2, 1970	Revision 1: April 23, 1976	Revision 2: May 19, 1988
Revision 3: December 21, 1989	Revision 4: October 29, 1992	Revision 5: July 31, 1997

BOEING COMMERCIAL AIRPLANE GROUP P.O. BOX 3707 SEATTLE, WASHINGTON 98124-2207

Normas de Aviación Civil



**DIRECCIÓN GENERAL DE AVIACIÓN
CIVIL**

**REGULACIONES TÉCNICAS DE AVIACIÓN
CIVIL**

RDAC 043

MANTENIMIENTO

Nueva Edición

Nueva Edición

Actualizado: enero-2013

FUERZA AÉREA ECUATORIANA



DIRECCIÓN GENERAL DE LOGÍSTICA

DIRECCIÓN DE MANTENIMIENTO

DIRTEC 004

“CERTIFICADOS DE AERONAVEGABILIDAD PARA LAS
AERONAVES DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA”

APROBACIÓN

FECHA: 04 - Feb / 2013

NOMBRE: Leonidas Enriquez

GRADO: Brigadier General

FIRMA: *[Firma manuscrita]*

AUTORIDAD: Director General de Logística

ESTE DOCUMENTO SERÁ CONTROLADO POR LA DIRECCIÓN DE MANTENIMIENTO

REVISIÓN ORIGINAL
ENERO - 2013

Anexo D

Revisión Documental

Registro de Sistemas (ATAS) a controlar en las aeronaves

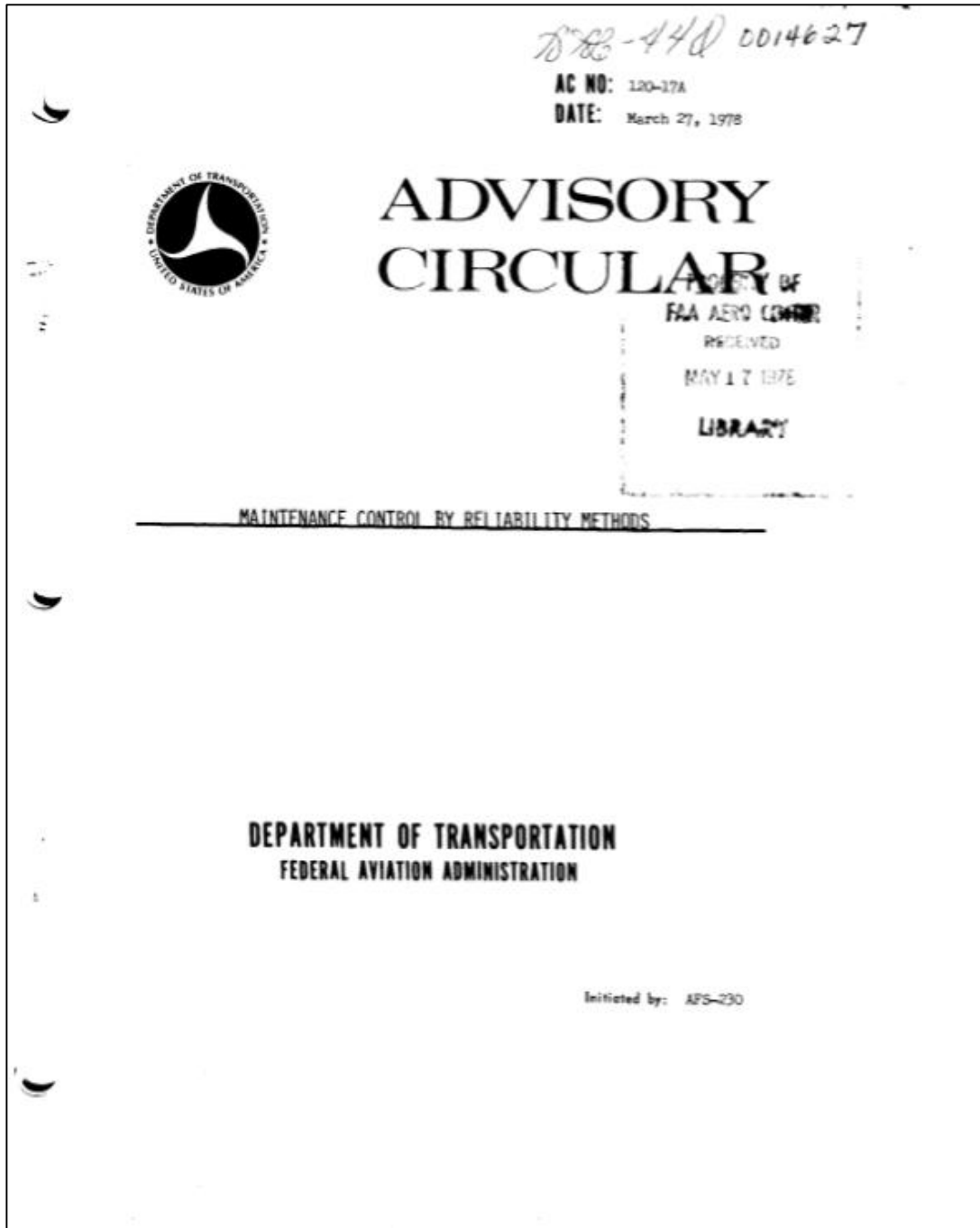
NO.	DESCRIPCIÓN
21	AIR CONDITIONING
22	AUTO FLIGHT
23	COMMUNICATIONS
24	ELECTRICAL
25	EQUIPMENT AND FURNISHINGS
26	FIRE PROTECTION
27	FLIGHT CONTROLS
28	FUEL
29	HYDRAULIC POWER
30	ICE AND RAIN PROTECTION
31	INSTRUMENTS
32	LANDING GEAR
33	LIGHTS
34	NAVIGATION
35	OXYGEN
36	PNEUMATICS
38	WATER AND WASTE
49	AIRBORNE AUXILIARY POWER
52	DOORS
56	WINDOWS
71	POWER PLANT
72	ENGINE
73	ENGINE FUEL AND CONTROL
74	IGNITION
75	AIR
76	ENGINE CONTROLS
77	ENGINE INDICATING
78	EXHAUST
79	OIL
80	STARTING

Registro de Componentes a controlar en las Aeronaves

CODIGO	REFERENCIA	COMPONENTE	CANT.
B21001	65-23967-1	Air Cycle Machine	2
B21002	65-23967-2	Air Mix Valve	2
B21003	541248-3	Cabin Temperature Selector	2
B21004	21520-1	Heat Exchanger	4
B21005	398444-1-1	Cabin Pressure Outflow Valve	1
B21006	398444-2-1	Pack Flow Control & Shut-off Valve	2
B21007	711003-3	Pressure Control Panel	1
B21008	162BL505	Pressure Controller	1
B21009	163BL501C	Ram Air Actuator	2
B21010	763810-1	Ram Air Controller	2
B21011	548380-2	Safety Relief Valve	2
B21012	525374	Turbofan	2
B21013	184360-1	Turbofan Valve	2
B21014	204075-1	Water Separator	2
B21015	605675-1	Water Separator 35°F Control Valve	2
B21016	321942-1-1	Automatic Flow Control Valve	1
B21017	178050-2-1	Equipment Cooling Blower Check Valve	2
B21018	67-2752-001	Electrical/Electronic Equipment Cooling Blowers, Main & Alternate	2
B21019	A3943910001	Water Separator 350F Control Unit	2
B21020	RC20ILB	Cabin Temperature Regulator	1
B21021	123674-1-1	Gasper Fan	1
B21022	392964-2-1	Modulating and Shutoff Valve (13th stage)	2
B21023	204185-3	Engine Bleed Air Pressure Regulator	2
B21024	724827-2	Control Cabin Air Mufflers	4
B22001	321464-2-1	Autopilot Stabilizer Trim Servo	1
B22002	398542-2-1	Yaw Damper Coupler	1
B22003	6577-1	Mach Trim Actuator	1
B22004	28410	Autothrottle Computer	1
B22005	321674-4-1	Auto Pilot Actuators	4
B22006	398540-2-1	Autothrottle Servo Actuator Assy	2
B22007	548376-3	Autopilot Accessory Box or AFCS Accessory Box	1
B22008	65C16273-8	Autopilot Control Panel or AFCS Mode Control Panel	1
B22009	641100-3	Autopilot Pitch Control Channel	1
B22010	321464-5-1	Autopilot Switching Accessory Box	1
B22011	607510-2	Roll Control Channel	1
B22012	607510-3	Mach Trim Coupler	1
B22013	711002-5	Autothrottle Clutch Assembly	2
B22014	2586373	AFCS Computers	2
B22015	2588838	Autothrottle Accelerometer	1
B22016	2585802-13DLH	AFCS Three-Axis Accelerometers	2
B22017	2585802-13DLH2	Autothrottle Thrust lever Position	2
B22018	65-24917-194	Autothrottle Servo Motor	2

Anexo E

Circular de asesoramiento FAA número 120-17A



AC NO: 120-17A

DATE: 3/27/78



ADVISORY CIRCULAR

DEPARTMENT OF TRANSPORTATION FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION

SUBJECT: MAINTENANCE CONTROL BY RELIABILITY METHODS

1. **PURPOSE.** This circular provides information and guidance material which may be used to design or develop maintenance control programs utilizing reliability control methods.
2. **CANCELLATION.** Advisory Circular 120-17, dated December 31, 1964, is canceled.
3. **REFERENCES.** This circular is appropriate for guidance of certificate holders who operate aircraft in accordance with Federal Aviation Regulations, Parts 121 and 127.


A. A. FERRARESE
Acting Director
Flight Standards Service

Initiated by: AFS-230

Anexo F

Responsabilidades y Funciones de los Miembros del Comité de Confiabilidad

PRESIDENTE DEL COMITÉ (Comandante del Escuadrón de Mantenimiento)

- Participar en los Comités de Confiabilidad como miembro activo.
- Presidir la reunión del Comité.
- Recibir la información de los miembros sobre los temas tratados.
- Tomar la decisión final sobre los temas tratados en cuanto a acciones correctivas y cualquier tipo de disposición generada dentro del Comité.
- Tramitar hacia instancias superiores cualquier tipo de trámite o solicitud encaminada a tomar acciones correctivas en nombre del Comité y el Escuadrón Mantenimiento.
- Coordinar y disponer las actividades que debe realizar cada uno de los miembros del Comité.

OFICIAL OPERACIONES VUELO

- Participar en los Comités de Confiabilidad como miembro activo.
- Asesorar al Comité con la información OPERATIVA que sea requerida.
- Servir de enlace en las actividades de mantenimiento y operaciones

JEFE DEL CPCM

- Participar en los Comités de Confiabilidad como miembro activo.
- Vigilar y supervisar el cumplimiento del Programa de Confiabilidad, en lo relacionado con la recolección, ingreso, proceso, análisis, reportes, conclusiones, recomendaciones e informes de todos los datos recolectados para el Comité.

COMANDANTES ESCD. MANTENIMIENTO / ELECTRÓNICA

- Participar en los Comités de Confiabilidad como miembro activo.

- Preparar los estudios e informes con recomendaciones, cuando el Comité lo requiera.
- Preparar los documentos de apoyo y planificar las acciones correctivas.
- Asesorar en cualquier tipo de documentación técnica o consultas a fabricantes.
- Ejecutar las acciones correctivas dispuesta por el Comité, planificadas y programadas por la Sección Controles y auditadas por Control de Calidad.

JEFE DE LINEA DE VUELO

- Participar en los Comités de Confiabilidad como miembro activo.
- Asesorar al Comité con la información que sea requerida.

TÉCNICO DE CONFIABILIDAD (Secretario del Comité)

- Procesar, analizar e investigar los reportes, demoras técnicas, remociones de componentes y eventos que se describen en el programa de Confiabilidad.
- Coordinar, orientar, dirigir y asistir a los diferentes comités, donde Confiabilidad tiene participación.
- Notificar a las Escuadrillas de Mantenimiento y Electrónica, las tendencias negativas y alertas iniciales generadas, sobre un componente o sistema de alguna aeronave de las flotas.
- Manejo, control y recopilación de información para la base de datos del programa de Confiabilidad.
- Analizar todas las tendencias mensuales de los sistemas y componentes de la flota para la presentación en el informe.
- Presentar el informe Mensual de Confiabilidad.
- Preparar y distribuir el material a los participantes en las reuniones del Comité.
- Organizar y efectuar las coordinaciones necesarias, para llevar a cabo las reuniones del Comité.
- Preparar las actas de cada reunión del Comité.
- Realizar el seguimiento del progreso de las acciones correctivas e informar en cada reunión.

Anexo G

Capturas del programa de confiabilidad propuesto



Fuerza Aérea Ecuatoriana
Escuadrón Mantenimiento Nro. 1121

INFORME DE CONFIABILIDAD

MARZO 2015



PREPARADO POR:

Kleber Hurtado Castellanos
Ctop. Téc. Avc.
TÉCNICO CONFIABILIDAD ESCUADRÓN 1121

SUPERVISADO POR:

Juan Brazalez Reinoso
Tnte. Téc. Avc.
JEFE SECCION CONTROLES ESCUADRÓN 1121

INDICE

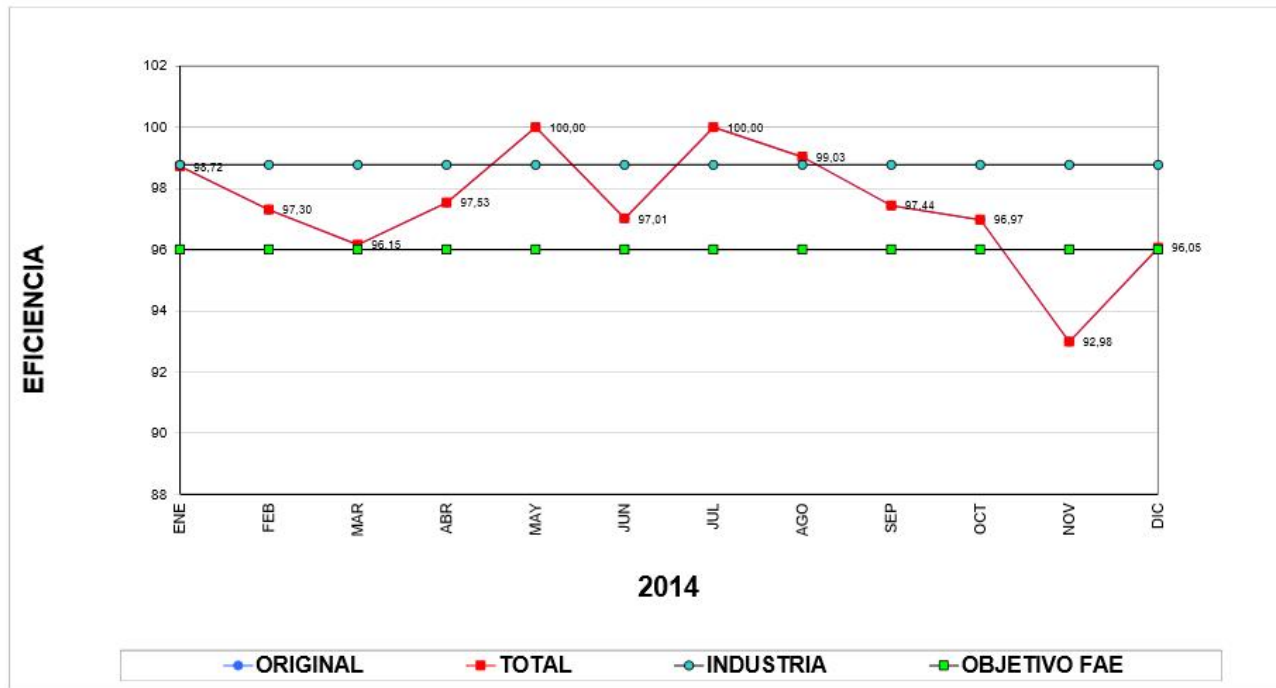
		PÁGINA
	INTRODUCCIÓN	1
	FÓRMULAS, DEFINICIÓN DE TERMINOS Y CALCULOS	2-3
	ANEXO "A" RESUMEN DE CONFIABILIDAD DE LA FLOTA	4
	ANEXO "B" DEMORAS POR AVIÓN	5
	ANEXO "C" REPORTE POR DEMORAS MENSUALES	6
	ANEXO "D" CONFIABILIDAD DE DESPACHO DE LA FLOTA EN GENERAL	7
BOEING 727	ANEXO "E" RESUMEN CONFIABILIDAD	8
	ANEXO "F" REPORTES INCIDENTES TÉCNICOS	9
	ANEXO "G" REPORTE DE PILOTOS Y TÉCNICOS POR AVIÓN	10
	ANEXO "H" REPORTE DE PILOTOS Y TÉCNICOS EN GENERAL	11
	ANEXO "I" ATAS SIGNIFICATIVAS Y REPORTES EXCEDIDOS DEL MES	12 - 13
	ANEXO "J" ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD DE MOTORES PRATH WITNEY JT8D-17	14
	ANEXO "P" ANALISIS DE CONFIABILIDAD APU	23
	ANEXO "K" COMPONENTES EXCEDIDOS	15
	ANEXO "L" REMOCIÓN DE COMPONENTES NO PROGRAMADOS EXCEDIDOS	16
	ANEXO "M" ESTADÍSTICA DE LLANTAS TREN PRINCIPAL	17 - 18
	ANEXO "N" ESTADÍSTICA DE LLANTAS TREN DE NARIZ	19 - 20
	ANEXO "O" ESTADÍSTICA DE FRENOS	21 - 22

RESUMEN DE CONFIABILIDAD DE LA FLOTA

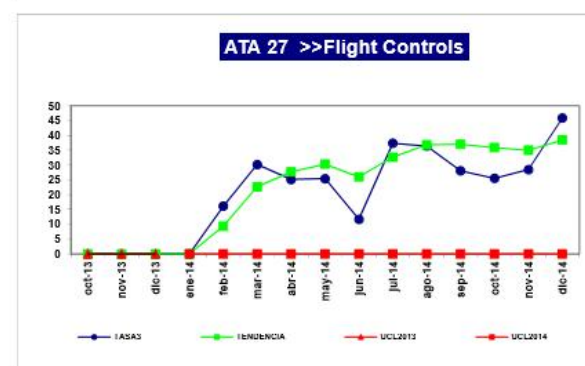
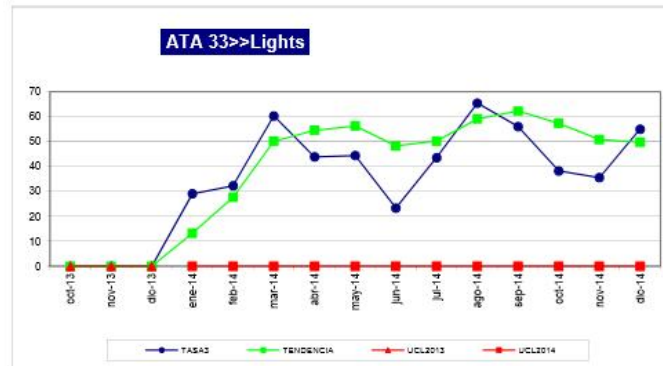
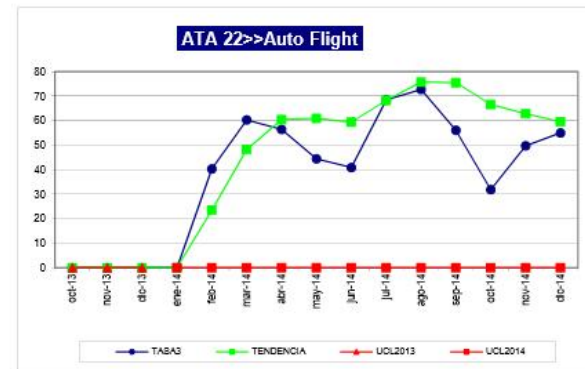
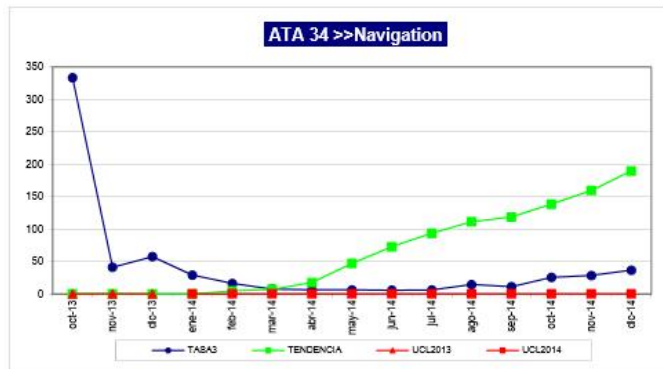
AÉRONAVE	HORAS DESDE NUEVO	ATT. DESDE NUEVO	HORAS DEL MES	ATT (R). DEL MES	DEMORAS > 15 MIN.			INCID. TEC. (Cant.)	CORTES DE MOTOR EN VUELO	UTILIZACIÓN DIARIA	
					No.	TIEMPO TOTAL	TASA				
BOEING G 727- 200	FAE 620	58830,67	53273,00	31,42	35,00	1,00	0,33	28,57	1,00	0,00	
	TOTAL	58830,67	53273,00	31,42	35,00	1,00	0,33	28,57	1,00	0,00	1,05
BOEING G 737- 200	FAE 630	52217,25	40896,00	57,83	76,00	3,00	0,83	39,47	1,00	0,00	
	TOTAL	52217,25	40896,00	57,83	76,00	3,00	0,83	39,47	1,00	0,00	3,61

40 60 0,67

CONFIABILIDAD DE DESPACHO DE LA FLOTA EN GENERAL



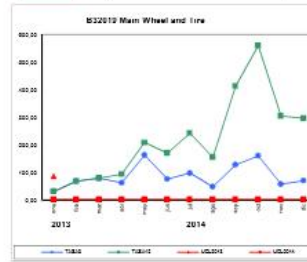
ATAS SIGNIFICATIVAS Y REPORTE EXCEDIDOS DEL MES



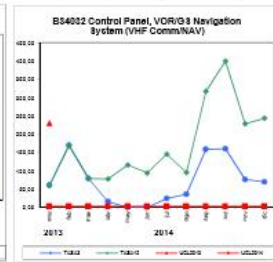
Hoja No.De.
Ejemplar No.De.

REMOCIÓN DE COMPONENTES NO PROGRAMADOS EXCEDIDOS

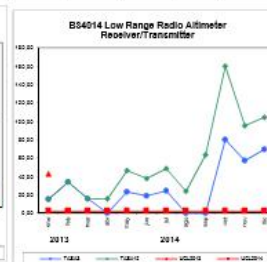
CÓDIGO	ATA	COMPONENTE	REFERENCIA	CANT.	MTB-INDU	MTBUR	TABA 05	TABA 12	UCL 2014	REMOCIONES		
										oct-14	nov-14	dic-14
B32019	32	Main Wheel and Tire		4		143,96	99,97	299,65	2,36	1,00	2,00	1,00
B34032	34	Control Panel, VOR/DSP Navigation System (VHF Comm/NAV)		2		87,41	99,97	243,48	2,36	0,00	2,00	2,00
B34014	34	Low Range Radio Altimeter Receiver/Transmitter		2		203,95	99,97	104,35	2,36	2,00	1,00	1,00
B34097	34	VOR/DSP Navigation Unit		2		203,95	92,17	104,35	1,18	2,00	1,00	0,00



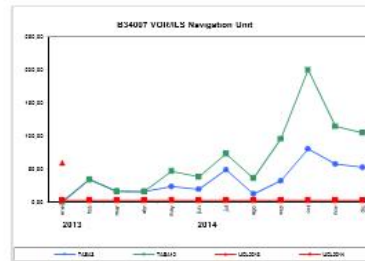
TASA POR 1000 HORAS VOLADAS



TASA POR 1000 HORAS VOLADAS



TASA POR 1000 HORAS VOLADAS



TASA POR 1000 HORAS VOLADAS

Formatos diseñados para el desarrollo del programa de confiabilidad

		FUERZA AEREA ECUATORIANA ALA DE TRANSPORTES Nº 11 CENTRO DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE MANTENIMIENTO FORMULARIO DE DEMORA TÉCNICA					
Nº:	FECHA:	LUGAR:	TIPO A/C.:	MATRICULA:	TIEMPO DE DEMORA:		
NOMBRE DEL PILOTO:			ATA:	CANCELACIÓN:	CAMBIO DE A/C.:		
DISCREPANCIA:							
ACCIÓN TOMADA:							
HORA DE INICIO DE LA OPERACIÓN:			HORA DE SALIDA DE LA AERONAVE:				
Grado y Nombre:			Grado y Nombre:				
TÉCNICO RESPONSABLE			JEFE DE LINEA DE VUELO				
Forma: FAE-FDT-001					Revisión: 00		

		FUERZA AEREA ECUATORIANA ALA DE TRANSPORTES Nº 11 CENTRO DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE MANTENIMIENTO ALERTA DE CONFIABILIDAD					
		FECHA:		05/06/2015			
Por medio del presente me permito enviar a usted Señor Jefe del CPCM, el problema repetitivo detectado:							
AVIÓN: _____							
FECHA DE REPORTES: _____							
ATA: _____							
DISCREPANCIA:							
ULTIMA ACCIÓN CORRECTIVA:							
OBSERVACIONES:							
Por la favorable atención que se de al presente, anticipo mis agradecimientos.							
ELABORADO POR:				APROBADO POR:			
Grado y Nombre:				Grado y Nombre:			
TÉCNICO DE CONFIABILIDAD				CONTROL DE CALIDAD			