

**MODELO DE GESTIÓN PARA PREVENIR ERRORES
POR FACTOR HUMANO EN LAS ORGANIZACIONES
DE MANTENIMIENTO AERONÁUTICAS COLOMBIANAS**

LUIS ALBERTO RAMOS VALBUENA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2004**

**MODELO DE GESTIÓN PARA PREVENIR ERRORES
POR FACTOR HUMANO EN LAS ORGANIZACIONES
DE MANTENIMIENTO AERONÁUTICAS COLOMBIANAS**

LUIS ALBERTO RAMOS VALBUENA

**Monografía de grado presentada como requisito para optar el título de
Especialista en Gerencia de Mantenimiento**

**Director
Mauricio Antonio González Morales
Ingeniero Industrial**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2004**

AGRADECIMIENTOS

Al terminar la especialización deseo darle un reconocimiento a:

Ante todo, a Dios Padre que me dio salud, sabiduría, entendimiento, los medios y el tiempo para realizar este proyecto.

A la Universidad Industrial de Santander (UIS) por actualizar mis conocimientos en el campo de la Gerencia.

A Carlos Ramón González Director de la especialización, y a los profesores, por sus orientaciones claras y oportunas.

A la memoria de mi Madre Bertha Valbuena de Ramos, que me inspira para continuar con optimismo en todos mis proyectos.

A mi esposa Martha de los Ángeles, para quien no tengo palabras por su paciencia, comprensión, dedicación, entusiasmo y amor con los que me brindo su ayuda valiosísima para llevar a cabo esta especialización.

A mi Padre y mis hermanos que siempre estuvieron pendientes del desarrollo y evolución de mis estudios.

A todos, gracias.

CONTENIDO

	Pàg.
INTRODUCCIÒN	1
1. LAS ORGANIZACIONES DE MANTENIMIENTO AERONÀUTICAS	3
1.1 ANTECEDENTES	3
1.2 DESCRIPCIÒN	3
1.3 PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO	4
1.4 MARCO REGULATORIO	6
1.5 ORGANIGRAMA	7
1.6 DEBERES Y RESPONSABILIDADES	8
1.6.1 Gerente general	8
1.6.2 Representante técnico	8
1.6.3 Director de calidad	9
1.7 CATEGORIAS DE TALLERES	11
1.8 CANTIDAD Y CLASES DE ORGANIZACIONES DE MANTENIMIENTO	11
2 EL MANTENIMIENTO DE AERONAVES DE REGISTRO COLOMBIANO	13
2.1. PROBLEMAS EN EL MANTENIMIENTO	13
2.2 ERRORES QUE SE PRESENTAN EN EL MANTENIMIENTO	15
2.2.1 Error que resulta en un problema particular del avión	15
2.2.2 Error que resulta en una condición indeseada o insegura	16

2.2.3	Errores durante las tareas de mantenimiento regulares y poco frecuentes	16
2.2.4	Errores por incumplimiento en el mantenimiento del avión	17
2.2.5	Errores que se deben a hábitos y practicas individuales	18
2.2.6	Errores asociados con la inspección visual	19
2.3	FACTORES QUE ORIGINAN LOS ERRORES	20
2.3.1	Factores organizacionales	20
2.3.2	Factores por falta de supervisión y liderazgo	22
2.3.3	Factores por condiciones del entorno del trabajo	24
2.3.4	Factores individuales que pueden afectar el desempeño del personal de mantenimiento e inspecciones de aeronaves	27
2.4	CONSECUENCIAS DE LOS PROBLEMAS DE MANTENIMIENTO	29
3	FACTORES HUMANOS EN EL MANTENIMIENTO DE AERONAVES	32
3.1	LOS FACTORES HUMANOS	33
3.2	IMPORTANCIA DEL FACTOR HUMANO	33
3.3	MODELOS CONCEPTUALES DE LOS FACTORES HUMANOS	33
3.3.1	El modelo SHEL	33
3.3.2	Teoría y modelos de error	37
3.3.3	Teoría de la motivación	42
3.3.4	Jerarquía de las necesidades	43
4	MODELO DE GESTIÒN PARA LA PREVENCIÒN DE ERRORES	45
4.1	LA DIRECCIÒN DE LA ORGANIZACIÒN	46

4.1.1	Responsabilidad de la organización	46
4.1.2	Medidas que debe adoptar la dirección	47
4.1.3	Liderazgo	48
4.2	ESTRATEGIAS PARA PREVENIR LOS ERRORES EN MANTENIMIENTO	49
4.2.1	Norma reglamentaria	49
4.2.2	Organigrama	51
4.2.3	Manual de administración de recursos de mantenimiento (MRM)	52
4.2.4	Programa de mantenimiento	53
4.3	PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE ERRORES	54
4.3.1	Procedimiento de registro de errores en el mantenimiento	54
4.3.2	Programa de factores humanos en los trabajos de mantenimiento	55
4.4	SALUD Y SEGURIDAD OPERACIONAL	62
4.4.1	El programa de la auditoria ergonómica	62
4.4.2	Complacencia	66
4.4.3	Fatiga	67
4.5	FACULTADES DE COMUNICACIÓN	67
4.6	FACULTADES DE TRABAJO	69
4.7	CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS	73
4.8	REQUISITOS AMBIENTALES	74
4.8.1	El ambiente visual	74
4.8.2	Ruido	74

4.8.3	Vibración	75
4.8.4	Condiciones térmicas	76
4.8.5	Radiaciones	76
4.9	INDICADORES DEL MODELO DE GESTIÓN	76
4.9.1	Objetivo de los índices del programa	77
4.9.2	Indicadores	77
5	CONCLUSIONES	79
	BIBLIOGRAFIA	80
	ANEXOS	

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Procedimiento de cumplimiento de un servicio programado de Mantenimiento a una aeronave	5
Figura 2. Organigrama	7
Figura 3. Categoría de talleres aeronáuticos de reparación	11
Figura 4. Análisis del problema de mantenimiento	14
Figura 5. Tipos de errores por incumplimiento	17
Figura 6. Rajadura por fatiga	19
Figura 7. Grietas en el disco de una turbina	20
Figura 8. Factores que inciden al error en mantenimiento	21
Figura 9. Modelo Shel	34
Figura 10. Clasificación de errores según Reason	38
Figura 11. Diagrama del comportamiento	40
Figura 12. Modelo de James Reason de causa de accidentes	42
Figura 13. Jerarquía de las necesidades	44
Figura 14. Modelo de gestión para prevenir errores	45
Figura 15. Aplicación de la regulación que reglamenta el programa de Prevención de errores	50
Figura 16. Organigrama propuesto	52
Figura 17. Programa de la organización para el manejo de errores	56
Figura 18. Proceso para reporte y análisis de casos	60
Figura 19. Fase de pre-mantenimiento	64

Figura 20.	Fase de mantenimiento	65
Figura 21.	Fase de post- mantenimiento	66
Figura 22.	Formas de comunicación	68
Figura 23.	Trabajo en equipo	69

LISTA DE GRÁFICOS

	pág.
Grafico 1. Cantidad y clases de organizaciones de mantenimiento	12
Gráfico 2. Tipos de errores de mantenimiento	16
Gráfico 3. Accidentes en Colombia durante el año 2003 por tipo de Operación vs. factores causantes	30

LISTA DE TABLAS

		pág.
Tabla 1.	Factores de error por comunicaciones	23
Tabla 2.	Factor de error por falta de supervisión y liderazgo	24
Tabla 3.	Factor de error por condiciones del entorno de trabajo	26
Tabla 4.	Factores individuales	28
Tabla 5.	Número de accidentes durante el año 2003 en Colombia	29
Tabla 6.	Accidentes por factor causante	31
Tabla 7.	Responsabilidades del líder	48
Tabla 8.	Contenido del manual de recursos de mantenimiento	53
Tabla 9.	Recolección de información	63
Tabla 10.	Trabajo en equipo efectivo	72

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Formato MEDA

RESUMEN

TITULO: MODELO DE GESTIÓN PARA PREVENIR ERRORES POR FACTOR HUMANO EN LAS ORGANIZACIONES DE MANTENIMIENTO AERONÁUTICAS COLOMBIANAS*.

AUTOR: LUIS ALBERTO RAMOS VALBUENA**

PALABRAS CLAVES: ORGANIZACIONES DE MANTENIMIENTO, SEGURIDAD AÉREA, AERONAVEGABILIDAD, FACTOR HUMANO, ERROR DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE MANTENIMIENTO.

DESCRIPCIÓN: En este proyecto se plantea una orientación práctica sobre los factores humanos y se propone una idea general de cómo se debe tener en cuenta estos factores humanos en el interior de una organización de mantenimiento. Además se hace un análisis con el propósito de mostrar cómo la capacidad y las limitaciones humanas pueden influir en el desempeño de las tareas de mantenimiento y de inspección de aeronaves. Se destaca la necesidad de promover una norma dentro del reglamento aeronáutico colombiano, cuya exigencia es tener en cuenta al ser humano en la ejecución de las labores de mantenimiento. Además se emplean nuevos procedimientos de control de mantenimiento al interior de las organizaciones, como parte de la prevención de errores por factor humano y las consecuencias negativas que puede ocasionar la falta de cumplimiento con respecto a las normas.

Dentro del análisis del factor humano en el mantenimiento e inspección de aeronaves, se hace un estudio del error humano, sus orígenes, incidencias, consecuencias y su prevención utilizando modelos conceptuales de la Aviación Civil Internacional.

Con base en la evaluación anterior, se crea un modelo de gestión para las organizaciones de mantenimiento aeronáuticas teniendo en cuenta estrategias de cómo prevenir los errores, tomando como punto de partida la organización y sus elementos que hacen parte de ella como la dirección, ambiente de trabajo, entrenamiento, salud ocupacional, etc; Para la prevención de incidentes y accidentes aéreos y una óptima calidad del servicio.

* Monografía

** Facultad de Ingenierías Físico – Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Especialización en Gerencia de Mantenimiento, Director: Mauricio González, Ingeniero Industrial

SUMMARY

TITLE: MANAGEMENT MODEL TO PREVENT MISTAKES FOR THE HUMAN FACTOR IN THE COLOMBIAN AERONAUTIC MAINTENANCE ORGANIZATIONS*

AUTHOR: LUIS ALBERTO RAMOS VALBUENA**

KEY WORDS: MAINTENANCE ORGANIZATIONS, AIR SECURITY, AIRSHIPPING, HUMAN FACTOR, MAINTENANCE MISTAKE AND MAINTENANCE MANAGEMENT.

DESCRIPTION: In this project, it is outlined a practical orientation about human factors, and a general idea is proposed about the way these factors shall be taken in account inside a maintenance organization. Besides that an analysis is performed with the purpose of showing how human capabilities and limitations may influence the performance of maintenance tasks and aircraft inspections. It is highlighted the need to promote a rule in the Colombian Aviation Regulations, that demands taking in account human beings in the performance of maintenance tasks. In addition new maintenance control procedures inside the organizations are used, as a part of avoidance of mistakes by human factors and the negative consequences that can result from the lack of compliance of the rules.

As a part of the analysis of the human factor in maintenance and aircraft inspection, a human error study is performed, its origins, incidences, consequences and its prevention using concepts of International Civil Aviation.

Based on the above evaluation, a managing model is adopted for aeronautical maintenance organizations taking in account strategies related to how to prevent the mistakes, taking as initial point the organization and the elements that are part of it such as managing, working environment, training, occupational health, etc; for the prevention of aircraft incidents and accidents and an optimal service quality.

* Monograph

** Mechanical- Physics Engineering Faculty. Mechanical Engineering School. Maintenance Manager Specialization, Director: Mauricio Gonzalez, Industrial Engineer.

INTRODUCCIÓN

El mantenimiento e inspección de aeronaves es uno de los requisitos indispensables para mantener la aeronavegabilidad de una aeronave. Debido a que dentro del sistema de mantenimiento de aeronaves se deben realizar tareas muy variadas y complejas, es muy frecuente la posibilidad de cometer errores y uno de los factores que inciden en estos errores es el factor humano.

A medida que los requisitos son más exigentes para el cumplimiento de itinerarios de las empresas aéreas comerciales aumentan las presiones sobre los técnicos que realizan trabajos de mantenimiento para obtener el servicio a tiempo, tendencia que cada día continúa aumentando debido a las altas exigencias de productividad y eficiencia que exige el mundo globalizado y competitivo. Estos nuevos desafíos han llevado a una transformación profunda en las empresas, a las cuales, no les es ajeno el mantenimiento de aeronaves en el medio de transporte aéreo comercial, tanto nacional como internacional; y les traerá mas oportunidades para que se produzcan errores humanos y las correspondientes consecuencias en materia de seguridad aérea.

Mediante estudios realizados se ha evidenciado que los errores humanos en la ejecución de trabajos de mantenimiento en los productos aeronáuticos han sido un factor de causa de varios incidentes y accidentes sufridos en el transporte aéreo a escala mundial. Sin embargo no cabe duda que se seguirán presentando, a menos que las empresas comerciales y organizaciones de mantenimiento que hacen parte del sistema del sector aéreo tomen medidas correctivas para la prevención de dichos errores.

Es por ello que el objetivo de este documento es hacer una evaluación, estudio y análisis de los factores humanos y su influencia en los trabajos de mantenimiento. Así mismo es mostrar como la capacidad y las limitaciones humanas pueden influir en el desempeño de las funciones y los trabajos de mantenimiento y la inspección de aeronaves.

Se utilizarán modelos conceptuales y teorías de análisis de error, aplicados desde muchos años por la Organización de Aviación Civil Internacional OACI; y con base en esta experiencia demostrar que los factores humanos son relevantes para la eficiencia, la confiabilidad y la seguridad en la gestión del mantenimiento. También se resalta la necesidad de evaluar los errores en el mantenimiento, sus orígenes, causas y factores fisiológicos, psicológicos, ergonómicos y ambientales; que influyen sobre el ser humano con el objetivo de ver las consecuencias

negativas que traen consigo. Además, su análisis nos ayudará a crear un modelo de gestión dentro de las organizaciones de mantenimiento como un método de prevención de errores y aquellos que no son evitados que sean detectados a tiempo para que no se conviertan en un incidente o accidente por factor humano. Los beneficios que reportarían en materia de seguridad el implementar un modelo de gestión y eficiencia dentro de las organizaciones de mantenimiento son tales como poseer instalaciones y servicios adecuados de un entorno de trabajo apropiado, el tener los datos de mantenimiento organizados de forma tal que permitan el estudio de los aspectos de mantenimiento relacionados con el desempeño humano; los procedimientos deben ser revisados, apropiados, claros y justos; la forma y el entrenamiento del personal, el modo de realizar el trabajo en equipo etc. Aspectos relevantes dentro de un modelo de gestión para la prevención de errores dentro de las organizaciones de mantenimiento aeronáuticas actuales que ejecutan las tareas de mantenimiento aeronáutico.

1. LAS ORGANIZACIONES DE MANTENIMIENTO AERONÁUTICAS

1.1 ANTECEDENTES

La Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil UAEAC, la Organización de Aviación Civil Internacional OACI y las empresas de transporte aéreo comercial; siempre van tras un propósito en común y es el de establecer un solo nivel de seguridad para todos los usuarios del transporte aéreo.

Para la obtención de dicha seguridad se debe discutir en torno de tres aspectos fundamentales:

→ Diseño de la aeronave. Responsabilidad del diseñador, fabricante y de la autoridad aeronáutica que certifica la aeronave mediante un Certificado Tipo; tanto de la aeronave como de todos y cada uno de sus componentes. Su diseño y adaptabilidad serán la base de su operación.

→ La operación del equipo. Responsabilidad de la tripulación que se encuentra al mando propiamente de la aeronave, compartida con los controladores del espacio aéreo y personal terrestre encargado de servir como soporte para la operación del equipo.

→ El mantenimiento. Es este el aspecto, donde radica el tercer gran pilar de la seguridad de una aeronave y en el que, cualquier aerolínea tiene aproximadamente el 30% de sus costos de operación.

En este último factor se va a centrar el desarrollo del trabajo, con el objeto de optimizar su implementación para dar un grado de seguridad y crecimiento al interior de las organizaciones que ejecutan tareas de mantenimiento.

1.2 DESCRIPCIÓN

El mantenimiento de aeronaves de registro colombiano las cuales son explotadas por operadores del transporte aéreo comercial, se debe hacer de acuerdo a un programa de mantenimiento aprobado y ejecutado en organizaciones de mantenimiento certificadas por la UAEAC.

Dichas organizaciones deben demostrar ante la UAEAC, que cuentan con una infraestructura técnica de acuerdo a los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia

(RAC) para la ejecución de los trabajos autorizados. Para ello es necesario que cumplan con un conjunto de requisitos como:

- Instalaciones fijas adecuadas, infraestructura.
- Máquinas y herramientas.
- Bancos de trabajo.
- Herramientas especiales según los alcances pretendidos.
- Documentación técnica actualizada y suficiente.
- Depósitos para el stock de materia prima necesaria.
- Almacén de repuestos y accesorios.
- Equipos especiales para el mantenimiento.
- Personal idóneo con licencias que los habiliten.
- Personal idóneo y experimentado, de supervisión y certificación de los servicios de mantenimiento.
- Organización técnica adecuada que asegure una eficiente calidad de los trabajos de mantenimiento.
- Talleres para los trabajos derivados a terceros.
- Contar con un manual de procedimientos “aceptado”, que identifique los procedimientos y formularios para el desarrollo y control de las tareas que se cumplirán.
- Sistema de control de calibración de herramientas.
- Sistema de archivo y registro de las órdenes de trabajo y de su cumplimiento.

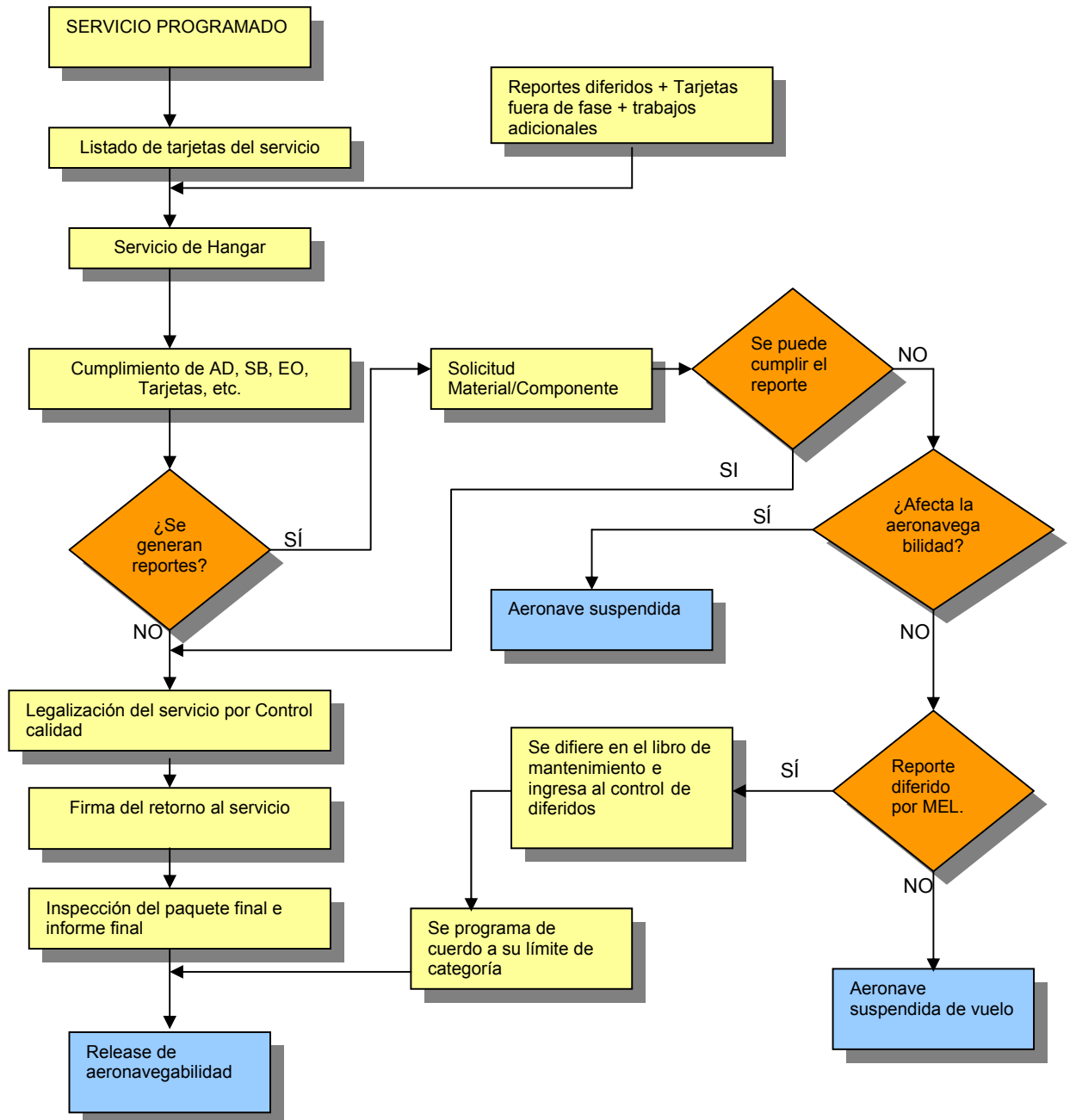
Sumado a lo anterior, también deben demostrar que tienen la capacidad de desarrollar un conjunto de actividades y responsabilidades para determinar la calidad de los trabajos autorizados; creando para tal fin procedimientos de inspección y control aceptados por la autoridad aeronáutica para garantizar la calidad en el mantenimiento ejecutado.

Si el solicitante satisface todos los puntos señalados precedentemente para los trabajos a aspirar, se le otorga, un CERTIFICADO DE FUNCIONAMIENTO, en la clasificación que la reglamentación determine y con los alcances y facultades que el resultado de la inspección de habilitación apruebe.

1.3 PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO

La Figura 1, muestra el diagrama de flujo mediante el cual se sigue un procedimiento de cumplimiento de pasos muy importantes desde la entrada del servicio de una aeronave, hasta su visto bueno de aeronavegabilidad, después del servicio de mantenimiento que debe cumplir dentro de una organización de mantenimiento de una empresa de transporte aéreo comercial.

Figura 1. Procedimiento del cumplimiento de un servicio programado de mantenimiento a una aeronave



Fuente: Manual general de mantenimiento aceptado por la UAEAC. Avianca.

1.4 MARCO REGULATORIO

Pretender que el estado colombiano, controle la condición de aeronavegabilidad de todas las aeronaves registradas es una utopía. La única forma posible es la de emitir reglas que permitan delegar este control en organizaciones de mantenimiento, asignando esta responsabilidad a través de normas precisas y claras en personas, que están habilitadas para efectuar estos controles y certificar el retorno al servicio de las aeronaves y sus componentes.

De esta forma, la vigilancia que debe hacer el Estado se concentra precisamente en estas organizaciones de mantenimiento, ejerciendo la autoridad de control de aeronavegabilidad en forma indirecta, con base en la confiabilidad de las tareas de mantenimiento que ejecutan estas organizaciones.

Para ello es necesario que el estado tenga reglamentos expresos de aplicabilidad, así como también disposiciones, respaldadas por ley, que penalicen las desviaciones o violaciones a las normas aplicables, o las faltas en la responsabilidad de las personas o titulares de estos certificados de funcionamiento u operación.

Los reglamentos aeronáuticos colombianos (RAC) deben cumplir con lo exigido en los anexos establecidos y promulgados por la Organización de aviación civil internacional OACI; de acuerdo al convenio de Chicago del cual hace parte Colombia como país miembro desde el año de 1947.

En los anexos de OACI se fijan normas sobre el cumplimiento y la ejecución de tareas de mantenimiento en aeronaves civiles. Los anexos afectados tratan de las licencias al personal y la instrucción, los servicios meteorológicos para la navegación aérea internacional, las cartas aeronáuticas, las unidades de medidas de las operaciones aéreas y terrestres, la operación de aeronaves, la aeronavegabilidad, las telecomunicaciones aeronáuticas, los servicios de tránsito aéreo, los aeródromos, los servicios de información aeronáutica y la protección del medio ambiente. Estos anexos fueron acogidos por la autoridad aeronáutica colombiana a través de su reglamento para que las empresas del transporte aéreo comercial y las organizaciones de mantenimiento las cumplan y a su vez la UAEAC garantice su cumplimiento.

El reglamento aeronáutico colombiano, en su parte cuarta especialmente en los capítulos 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 11 reglamentan el mantenimiento de las aeronaves civiles explotadas por operadores colombianos.

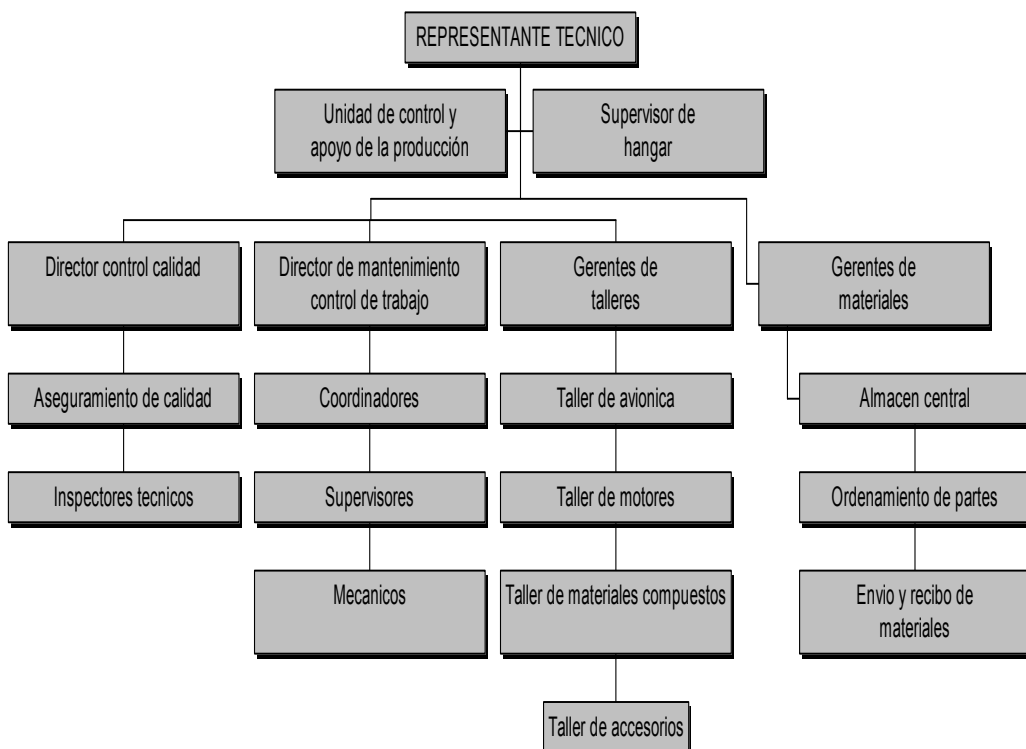
1.5 ORGANIGRAMA

El organigrama de una organización de mantenimiento debe indicar el nivel de autoridad solamente por el cargo. Debe reflejar la separación entre los departamentos de mantenimiento y los de inspección (ver Figura 2).

El Director de Control de Calidad, el Gerente General o Representante Legal son los que generalmente asumen la representación técnica.

Esta estructura orgánica debe ajustarse a las necesidades de la organización; impuestas por sus capacidades y habilitaciones en cuanto a las funciones a cumplir y que surgen de la complejidad de los aviones a intervenir, así como la variedad y sofisticación de los accesorios a reparar y probar. Por ejemplo: en el taller de un transportador aéreo regular, la Oficina Técnica se elevaría al nivel de la Dirección de Planeación e Ingeniería, y el Almacén a Departamento de Suministros.

Figura 2. Organigrama



1.6 DEBERES Y RESPONSABILIDADES

1.6.1 Gerente general. Es el responsable de la operación general de la organización de mantenimiento, incluyendo los almacenes e instalaciones adecuadas y el mantenimiento continuo que se efectúa en ellas.

Además es responsable de:

- Proporcionar al personal competente, el entrenamiento, equipamiento y materiales adecuados, con relación a las operaciones de la organización de mantenimiento, para que éste pueda cumplir con todas las regulaciones aplicables de la UAEAC y las recomendaciones del fabricante.
- Asegurar que las instalaciones del taller se encuentre disponible el adecuado equipamiento contra incendios y todo lo relacionado con higiene y seguridad industrial.
- Proporcionar los recursos necesarios para apoyar las gestiones de obtención de los repuestos, actualización de la Documentación Técnica y Servicios complementarios provistos por terceros, tales como Pruebas no destructivas, Análisis de Laboratorio y la prestación de cursos de capacitación y entrenamiento.

1.6.2 Representante técnico. Tiene la autoridad final para liberar al servicio aeronaves, estructuras, motores, hélices, dispositivos y sus componentes. Es el interlocutor válido y responsable ante la UAEAC, para la certificación de aeronavegabilidad de los productos que la organización mantiene, en concordancia con las atribuciones y responsabilidades asignadas en la Parte II y Parte IV de los RAC.

Además es responsable de:

- Establecer los procedimientos para determinar las necesidades de entrenamiento del personal (inicial y recurrente) correspondiente con el trabajo que será realizado por cada persona.
- Establecer contacto con los transportadores aéreos para determinar los requerimientos que impondrán futuros trabajos a realizar para ellos, en concordancia con los requisitos establecidos en los RAC.
- En ausencia del Director de mantenimiento o del Director de Control de Calidad, el Representante Técnico asume las responsabilidades y delega la autoridad al personal calificado y licenciado de acuerdo con los RAC, conforme

a lo establecido en los RAC Parte IV y Parte II, en lo referente a la liberación de aeronaves al servicio después de una inspección o de una reparación.

- El Representante Técnico puede delegar todos los deberes asignados en el Director de Control de Calidad ó Jefe de Inspectores cuando sea necesario, siempre y cuando éstos cumplan con la Parte II y Parte IV del RAC. Sin embargo tal delegación no lo libera de sus responsabilidades.

1.6.3 Director de control de calidad. Cumple con lo ordenado por los RAC Parte IV Numerales 4.11.2.5. ; 4.11.2.7. y Parte II. El director de control de calidad es responsable ante el Representante técnico de todas las operaciones del departamento de Inspección; cuando sea aplicable.

Además es el responsable junto con la oficina técnica, de dirigir, planear y establecer los estándares de inspección, métodos y procedimientos usados por la organización en el cumplimiento de los RAC, recomendaciones y especificaciones del fabricante.

Sus deberes son:

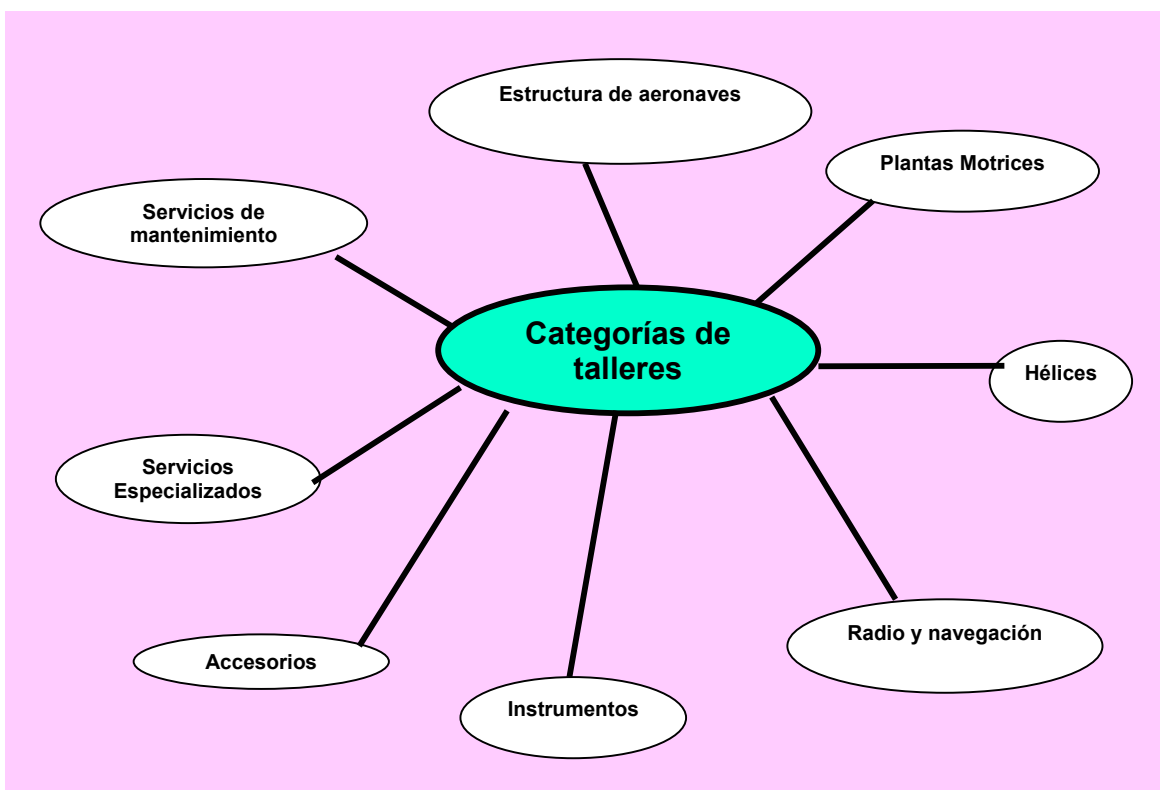
- Asistir, supervisar y dirigir a todo el personal asignado al departamento de Inspección.
- Asegurarse que todas las inspecciones se efectúen adecuadamente en cada trabajo terminado y que los registros de inspección, informes y formularios usados por el taller se completen adecuadamente, antes que el producto sea liberado al servicio.
- Verificar que la Oficina Técnica mantenga y conserve actualizado el archivo de las Directivas de Aeronavegabilidad, Boletines de Servicio, Órdenes, Circulares de Asesoramiento, los RAC, Certificados Tipos y Manuales del Fabricante de cada uno de los productos aeronáuticos que la organización mantiene.
- Determinar que toda la información técnica sobre los productos a los que se le efectúe overhaul o reparación y que deban ser utilizados por la organización de mantenimiento, esté disponible en la biblioteca técnica y se mantenga actualizada con las últimas revisiones. Esta información incluirá las especificaciones del proceso del taller de acuerdo con la categoría de los servicios especializados, manuales de overhaul, Boletines de Servicio, especificaciones de partes, información aprobada por la UAEAC y otra información técnica usada por el taller. Además, asegurarse que todas las órdenes técnicas usadas en el overhaul de componentes y en la reparación de las mismas hayan sido evaluadas y aprobadas por la UAEAC.

- Asegurarse que se hagan las verificaciones periódicas de todas las herramientas utilizadas en inspección y la calibración de todo el equipo de pruebas de precisión usado por el taller. Asegurarse de su trazabilidad certificada en los centros de calibración aceptados por la UAEAC y de mantener un registro actualizado de estas inspecciones y ensayos.
- Determinar que ninguna parte defectuosa, no apta para su uso o no aeronavegable, se instale en algún componente liberado por la organización.
- Realizar la aceptación final de todo el material entrante, incluyendo partes nuevas, suministros de componentes nuevos o usados e inspeccionados, o de aquellos sobre los cuales se hayan efectuados trabajos, por contrato, fuera del organización de mantenimiento, verificando su origen y certificación de aeronavegabilidad, o bien, certificando los trabajos o ensayos practicados por un taller o ente debidamente reconocido, si éste posee los medios para realizarlos.
- Realizar la inspección preliminar por un daño oculto, de un trabajo en desarrollo y finalizado, de todos los artículos procesados en la organización de mantenimiento y registrar los resultados como se expresa en el manual de procedimientos.
- Supervisar que las tarjetas adheridas a los accesorios definiendo su estado y condición, sean las que corresponden a dicho estado e identifican a todas las partes y componentes.
- Prever la continuidad de las responsabilidades de inspección, asegurando que se complete la inspección requerida cuando ocurran movimientos de personal o cambios en la asignación de tareas.
- Ver que las partes rechazadas o inservibles sean tratadas de tal manera que sea imposible que vuelvan a usarse como partes útiles.
- Asegurarse que todas las inspecciones se realicen adecuadamente, para completar los trabajos, antes de que, sean aprobados para su retorno al servicio y que todos los registros de mantenimiento, inspecciones, informes y formularios, necesarios para tal liberación de mantenimiento, estén correctamente completados y organizados e integren el archivo correspondiente de registro de ese trabajo, caratulado con su Orden de Trabajo.

1.7 CATEGORÍAS DE TALLERES

Los reglamentos aeronáuticos de Colombia, parte 4ª capítulo 11, clasifican a los talleres aeronáuticos de reparación, de acuerdo a su capacidad aprobada en sus especificaciones de operación ya sea bajo un certificado de funcionamiento u operación en las categorías¹ mostradas en la Figura 3.

Figura 3. Categorías de talleres aeronáuticos de reparación



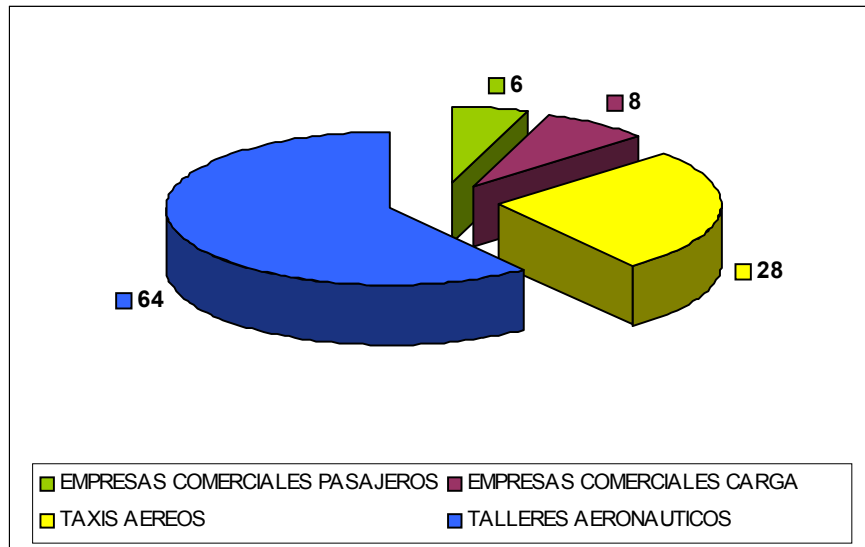
1.8 CANTIDAD Y CLASE DE ORGANIZACIONES DE MANTENIMIENTO

La cantidad de organizaciones de mantenimiento que se encuentran debidamente certificadas y aprobadas por parte de la UAEAC, de acuerdo a su operación y clase se encuentran distribuidas de acuerdo a la operación de las empresas comerciales y a las necesidades del servicio del transporte aéreo colombiano. En

¹ Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, Reglamentos Aeronáuticos de Colombia, R.A.C. Resolución 2617, Bogotá, julio 7 de 1999.

el Grafico 1. Se muestra él número de organizaciones aprobadas por la UAEAC y la clase del servicio que prestan actualmente según el tipo de operación de las empresas en la cual se encuentran constituidas.

Grafico 1. Cantidad y clase de organizaciones de mantenimiento



2. EL MANTENIMIENTO DE AERONAVES DE REGISTRO COLOMBIANO

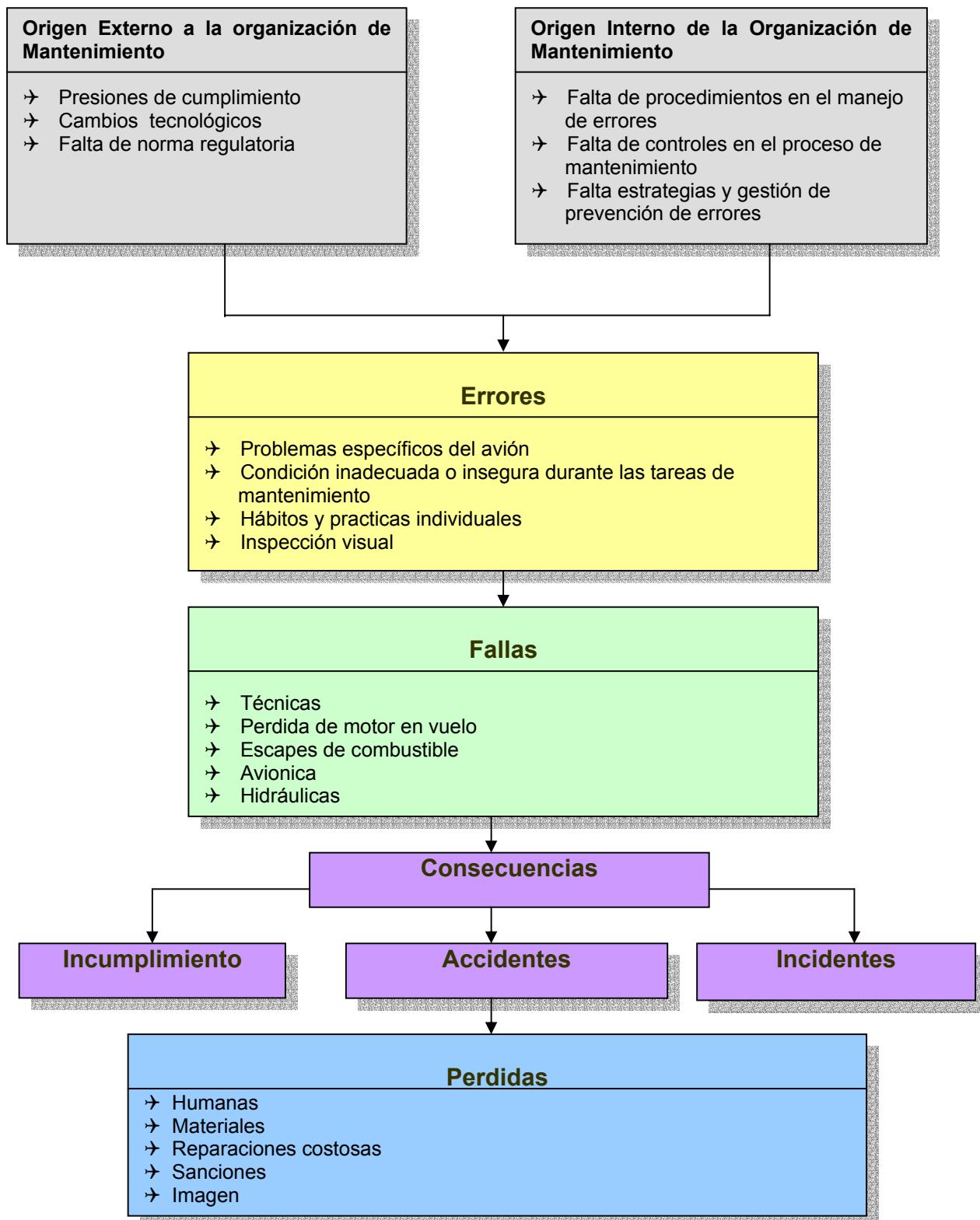
2.1 PROBLEMAS EN EL MANTENIMIENTO

Las labores de mantenimiento e inspección de aeronaves son tareas muy complejas y variadas, dependiendo del servicio que se esté ejecutando donde las oportunidades para cometer errores son abundantes. El personal técnico de mantenimiento al menos por lo que se refiere a los sistemas aeronáuticos avanzados con frecuencia desempeña su labor bajo bastante presión por razones de tiempo. El personal de las bases de mantenimiento y de las estaciones de reparación de los operadores aéreos colombianos comprenden la importancia de cumplir los horarios de salida previstos. Los operadores han incrementado la frecuencia de utilización de sus aeronaves para hacer frente a los problemas económicos que enfrenta el sector (ver Figura 4).

En Colombia existen empresas aéreas que operan flotas con aeronaves de hasta 20 y 30 años incluso, y los técnicos de mantenimiento de aeronaves se ven obligados a efectuar el mantenimiento a este tipo de aviones. Además, muchos explotadores proyectan que algunas de esas aeronaves sigan en servicio durante el futuro previsible. Mediante el equipamiento de los motores con sistemas de atenuación del ruido, algunas aeronaves antiguas de fuselaje estrecho pueden resultar económicas y viables desde el punto de vista ambiental. No obstante, estas aeronaves requieren de más mantenimiento. Las viejas células exigen una inspección cuidadosa en cuanto a fatiga, corrosión y envejecimiento. Esto sobrecarga todavía más los equipos de mantenimiento. Provoca asimismo situaciones de estrés en el trabajo, particularmente para quienes efectúan las tareas de inspección, porque se precisa de mantenimiento adicional al respecto y porque pueden producirse graves consecuencias si no se detectan los síntomas indicativos de envejecimiento, que a menudo son poco evidentes.

Por otra parte, al mismo tiempo que continúan las necesidades de mantenimiento de esas aeronaves más viejas, muchas empresas colombianas como el caso de Avianca, Aerorepublica entre otras adquieren aviones de nueva tecnología, todo lo cual supone una mayor exigencia para el personal de mantenimiento. Las nuevas aeronaves incorporan tecnología avanzada, como por ejemplo estructuras de materiales compuestos, "puesto de pilotaje de cristal", sistemas muy automatizados y equipos de diagnóstico y prueba incorporados. Esa necesidad de mantener al mismo tiempo flotas de aeronaves nuevas y viejas requiere mayores conocimientos por parte de los técnicos de mantenimiento y una mayor capacidad en su trabajo.

Figura 4. Análisis del problema de mantenimiento



El mantenimiento simultáneo de esa diversidad de flotas de las empresas aéreas requiere personal altamente especializado y con preparación adecuada.

A demás de lo anterior, en las normas actuales del reglamento aeronáutico colombiano no existe una norma que reglamente la prevención de errores por factor humano en las organizaciones de mantenimiento aeronáuticas por lo cual las empresas aéreas que poseen mantenimiento propio y los talleres aeronáuticos no tienen procedimientos establecidos para el manejo y el control de los errores que se cometen en mantenimiento.

2.2 ERRORES QUE SE PRESENTAN EN EL MANTENIMIENTO

Como los ingenieros y técnicos encargados del mantenimiento de los aviones son humanos, los errores en la industria son inevitables.

Cualquier tarea de mantenimiento que se realice en un avión es una oportunidad para que se presente un error humano.

2.2.1 Error que resulta en un problema particular del avión. Es el que no estaba presente antes de que se iniciara la tarea de mantenimiento. Estos errores pueden ser:

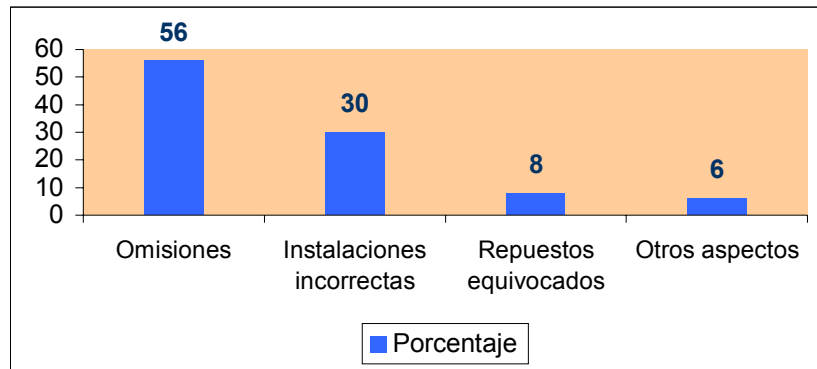
- Instalaciones de repuestos con falta de trazabilidad. No provienen de una fuente aprobada por el fabricante.
- Instalación incorrecta de los componentes. especialmente la mala o no sujeción de las partes.
- Errores en el cableado eléctrico (tales como cruces en las conexiones).
- Objetos sueltos (herramientas, etc.) que quedaron olvidadas en la aeronave.
- Lubricación inadecuada.
- Falta de sujeción de los **cowlings**, paneles de acceso y fuselados.
- Omisiones, en las que no se quitaron antes de la salida los pasadores de bloqueo en tierra del tren de aterrizaje.

El análisis de 122 casos documentados que con llevan a errores de factores humanos de probable importancia técnica², sucedidos en una línea aérea durante

² Graber, R.C. y D.A. Marx. Reduced Human Error in Aircraft Maintenance operations.

el período de 1989-1991, mostraron que los principales errores de mantenimiento de acuerdo a los señalados anteriormente se muestran en el Grafico 2.

Grafico 2. Tipos de errores de mantenimiento



2.2.2 Error que resulta en una condición indeseada o insegura. Es un error que no se detecta mientras se está realizando una tarea de mantenimiento diseñada para detectar los problemas del avión, por ejemplo, algo se olvida. Errores de este tipo son una grieta estructural que no se ve durante una tarea de inspección visual o una caja aviónica con defectos que permanece en el avión porque un diagnóstico incorrecto del problema con lleva a la mudanza de la caja incorrecta.

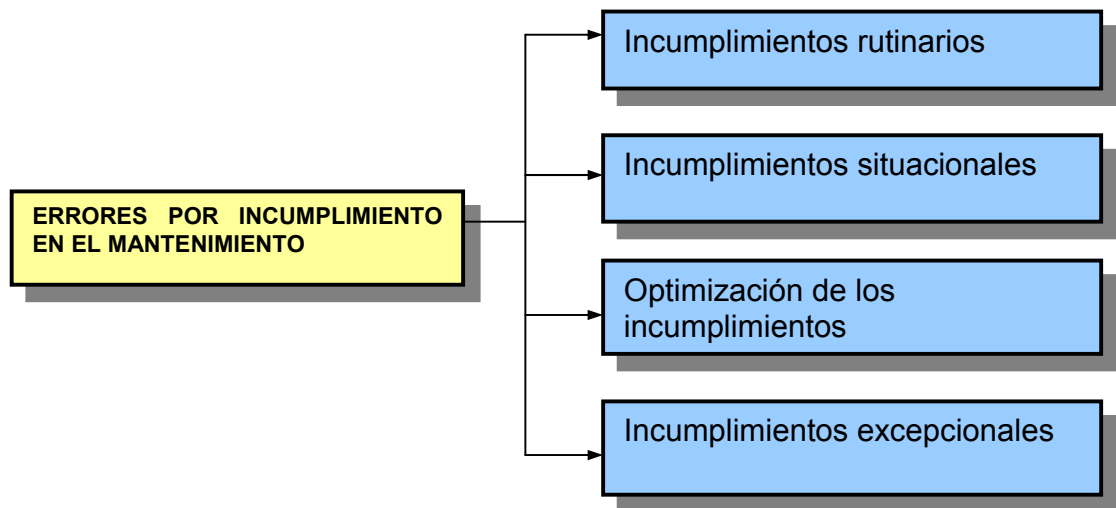
2.2.3 Errores durante las tareas de mantenimiento regulares y poco frecuentes. Una gran proporción de tareas de mantenimiento son bastante rutinarias, como las revisiones regulares y periódicas de los aviones. Así, los ingenieros utilizarán un cierto grupo de procedimientos relativamente frecuentes, y como se vio en la sección anterior, las equivocaciones y los lapsos pueden ocurrir cuando se están llevando a cabo los procedimientos en el concurrido hangar. Las "tareas repetitivas" dan cuenta de que los ingenieros muchas veces se empezarán a acostumbrar a realizar una tarea regular y muchas veces repetitiva. Ellos se desharán por completo de la guía escrita. Sería irreal y se gastaría tiempo innecesariamente al esperar que ellos se remitan constantemente al material guía. Sin embargo, los errores podrían ocurrir si ellos no se mantienen actualizados con cualquiera de los cambios que le ocurren a estos procedimientos que son utilizados con frecuencia. Estas tareas rutinarias también son propensas a los errores de autosatisfacción, captura ambiental y errores basados en las reglas.

Cuando se emprenden tareas realizadas con menos frecuencia, existe la posibilidad de errores de juicio. Si el técnico no se familiariza o no-se refamiliariza

apropiadamente con lo que se necesita hacer, podría seleccionar el procedimiento o las partes de manera incorrecta.

2.2.4 Errores por incumplimiento en el mantenimiento del avión. Es un hecho desafortunado de la vida que los errores por incumplimientos ocurran en el mantenimiento de la aviación. La mayoría se origina en un deseo sincero por realizar un buen trabajo. Estos actos son raramente causa del vandalismo o del sabotaje. Sin embargo, representan una amenaza significativa para la seguridad pues los sistemas son diseñados asumiendo que la gente seguirá los procedimientos. Hay cuatro tipos de incumplimiento como lo muestra la Figura 5. :

Figura 5. Tipos de errores por incumplimiento



a) Incumplimientos rutinarios: son cosas que se han convertido en “la forma normal de hacer algo” dentro del grupo de trabajo de la persona (por ejemplo un grupo de mantenimiento). Se pueden convertir en rutina por un número de razones: los técnicos pueden pensar que los procedimientos podrían ser preescritos e incumplirlos para simplificar una tarea (acortar camino) para ganar tiempo y esfuerzo.

b) Incumplimientos situacionales: ocurren debido a los factores particulares que existen en el momento, como la presión del tiempo, gran cantidad de trabajo, procedimientos que no se pueden realizar, herramienta inadecuada, condiciones de trabajo pobres. Esto ocurre muchas veces cuando, para terminar el trabajo, los ingenieros consideran que no se puede seguir un procedimiento.

c) Optimización de los incumplimientos: implica el rompimiento de las reglas para

“divertirse”. La mayoría de las veces estas no están relacionadas con la tarea propiamente dicha. La persona solo utiliza la oportunidad para satisfacer una necesidad personal.

d) Incumplimientos excepcionales: son ejemplificados por tareas específicas o circunstancias que operan para evitar los incumplimientos, no importa que tan bien intencionado pueda ser el técnico.

Los ejemplos de rutinas de incumplimientos no llevan a cabo un mantenimiento de la función de la máquina después de la inspección de un boroscopia (este nunca tiene escape) o no cambia los sellos “O” de la caja de cambios después de la inspección del boroscopia (estos nunca se encuentran en peligro).

Un ejemplo de una situación de incumplimiento es un incidente que ocurrió donde la puerta de un B747 se abrió durante el vuelo. Un técnico que tenía muchas cosas que hacer descubrió que necesitaba una herramienta especial para taladrar el soporte de una puerta nueva. La herramienta no estaba disponible, así que el técnico decidió taladrar los agujeros a mano, con un taladro. Si él hubiera seguido el manual de mantenimiento no hubiera podido llevar a cabo el trabajo y el servicio del avión no hubiera fallado.

La presión del tiempo y el incremento de la cantidad de trabajo hacen que haya más probabilidad de que ocurran incumplimientos. La gente sopesa los riesgos percibidos contra los beneficios percibidos, desafortunadamente los riesgos reales pueden ser mayores.

2.2.5 Errores que se deben a hábitos y prácticas individuales. Donde los procedimientos permiten algún tipo de libertad, los ingenieros y técnicos encargados del mantenimiento de los aviones desarrollan, la mayoría de las veces, sus propias estrategias o su forma preferida para llevar a cabo una tarea.

La mayoría de las veces, una regla apropiada o un principio apropiado es aquel que se ha utilizado exitosamente antes. Las reglas apropiadas se convierten en “reglas de oro”, que el ingeniero y el técnico debería adoptar para el uso diario. Los problemas se presentan cuando la regla o el principio se aplica de forma incorrecta. Por ejemplo, los enganches de la tubería del avión normalmente van hacia la derecha, pero aplicar esta “regla normalmente apropiada” a un conducto de oxígeno puede ser peligroso para el conducto. También puede ser peligroso aplicar reglas basadas en experiencias previas, si por ejemplo, la filosofía del diseño es diferente, como en el caso del aerobús Boeing. Este pudo haber sido un factor en un incidente relacionado con el bloqueo del aerofrenos de un A320, donde las diferencias sutiles entre la operación de los aerofrenos del A320 y los del B767 (con las que el ingeniero estaba más familiarizado) significaban que las

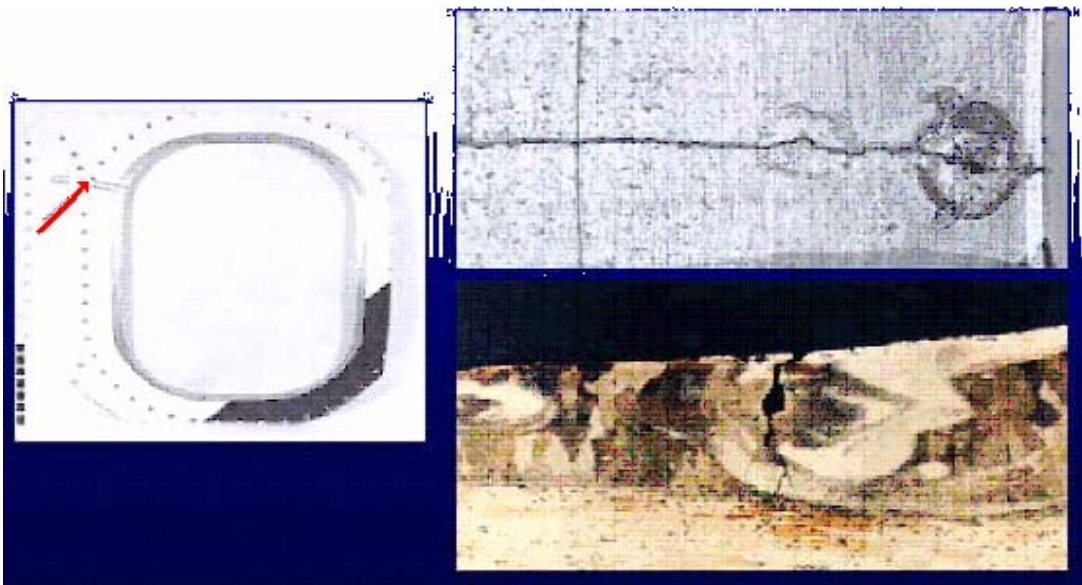
acciones que hubieran sido apropiadas para el B767 eran inapropiadas en el caso del A320.

Además, los ingenieros y técnicos podrían seleccionar las reglas inapropiadas, dando lugar a los malos hábitos durante su vida laboral, como lo hace un conductor después de pasar su prueba de conducción.

2.2.6 Errores asociados con la inspección visual. También hay dos tipos particulares de errores a los que se refiere particularmente en el contexto de la inspección visual, a saber Errores de tipo 1 y Errores de tipo 2.

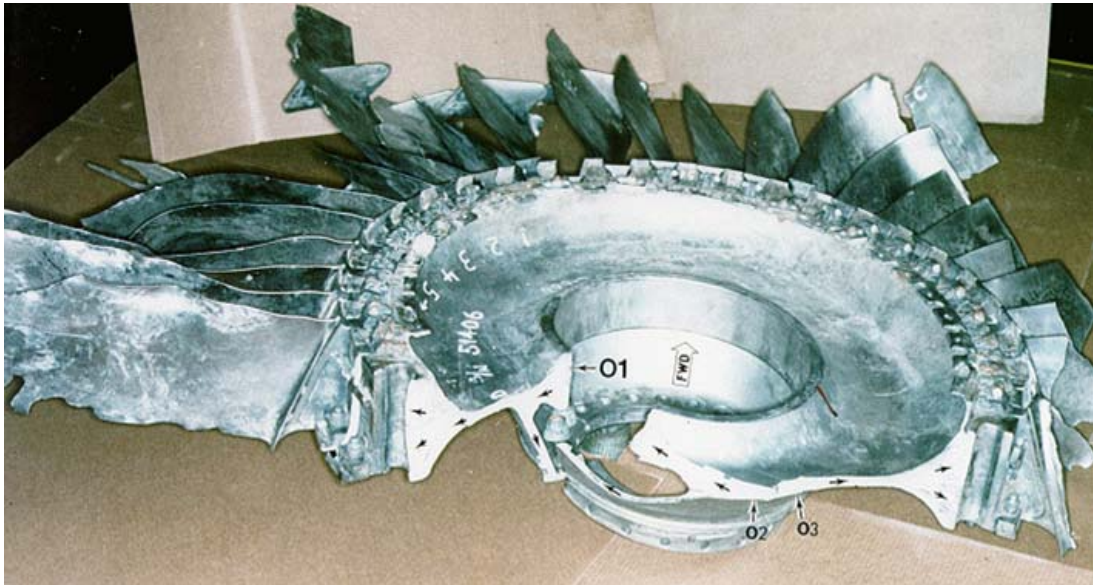
Un error de tipo 1 ocurre cuando un objeto apropiado se identifica incorrectamente como defectuoso; un error de tipo 2 ocurre cuando se deja pasar un objeto defectuoso. Los errores de tipo 1 no tienen que ver con la seguridad por sí mismos, excepto que esto signifique que los recursos no se estén utilizando efectivamente. Esto es tiempo perdido en investigaciones futuras de ítem que no son verdaderas fallas. Los errores de tipo 2 son de mayor interés ya que, si la falta no se detecta, puede traer serias consecuencias; como por ejemplo se muestra una rajadura por fatiga, empezó cuando un relámpago golpeo en la ventana de una aeronave como se indica en la Figura 6.

Figura 6. Rajadura por fatiga



Un defecto que no fue descubierto en un disco de motor fue el responsable del accidente del vuelo 232 de United Airlines donde no se detectaron las grietas como se puede apreciar en la Figura 7.

Figura 7. Grietas en el disco de una turbina



2.3 FACTORES QUE ORIGINAN LOS ERRORES

Los errores que se presentan en el área de mantenimiento pueden tener dos orígenes: el individuo o los factores organizacionales³. No todos los errores son debidos al individuo ni todos los accidentes o incidentes son producidos por aspectos organizacionales (ver Figura 8).

2.3.1 Factores Organizacionales. La cultura de la organización de mantenimiento colombianas puede tener un gran impacto en los errores en mantenimiento. Factores como comunicación interna con las organizaciones de apoyo, el nivel de confianza entre la Gerencia de Mantenimiento y los técnicos de mantenimiento, éxitos de la gerencia y logros técnicos, moral, etc., todos afectan la productividad y la calidad del trabajo. La manera cómo los técnicos sientan suyo su ambiente,

³ UAEAC. Oficina de Control y Seguridad Aérea. Boletín de Seguridad Aérea. 1° de febrero de 2004

entorno de trabajo y la habilidad para cambiar o mejorar los procesos y sistemas es la clave para la moral y auto estima de los técnicos, el cual a su vez afecta la calidad del cumplimiento de las tareas.

Figura 8. Factores que inducen al error en mantenimiento



Fuente: Factores Organizacionales e Individuales que llevan a errores de mantenimiento. (Patankar & Taylor, 2001).

En las organizaciones de mantenimiento colombianas tienden a tratar a las personas como partes intercambiables (por ejemplo: especialistas de aviónica, eléctricos o de hidráulica). Un centros de “control de mantenimiento” centralizado de una organización despacha a los técnicos equivocados. Los técnicos llegan con un entendimiento inadecuado de las exigencias del trabajo, tal vez, habiendo traído las herramientas equivocadas, etc. Los reportes encontrados en muchas Instalaciones de mantenimiento de operadores colombianos reflejan líneas separadas de responsabilidad y pocas metas en común. Se incentiva la ejecución del trabajo individual en vez de trabajo en equipo. La resultante falta de identidad de equipo puede generar actitudes de indiferencia en el técnico, siendo el resultado que los trabajadores, de manera individual, concluyen que su diligencia carecerá de valor debido a la actuación deficiente de los otros. Dichas organizaciones suelen culpar a los técnicos de mantenimiento por sus errores, se utilizan medidas disciplinarias para castigar a los “culpables” y se gasta poco esfuerzo en identificar y corregir las deficiencias organizativas sistémicas que comprometen la seguridad operacional.

Uno de los factores más importantes dentro de una organización de mantenimiento es la falta de comunicación.

Las comunicaciones son el tema más importante dentro de factores humanos relativos al mantenimiento de las aeronaves; sin comunicaciones sería difícil mantener las normas de seguridad. En mantenimiento hay un volumen enorme de información que debe prepararse, transmitirse, asimilarse, utilizarse y registrarse para que una flota conserve su aeronavegabilidad.

La falta de comunicación dentro de las organizaciones de mantenimiento son estadísticamente las mayores causales de accidentes. En cada una de las investigaciones se ha comprobado la existencia de varias fallas latentes y deficiencias graves de comunicación entre los técnicos, ingenieros de mantenimiento, supervisores, tripulaciones, entre los diferentes departamentos y la alta gerencia. En la Tabla 1, se muestran algunos ejemplos de errores por factor comunicación.

2.3.2 Factores por falta de supervisión y liderazgo. Aún cuando los supervisores (incluye a los inspectores de control de calidad) no realizan las tareas de mantenimiento, ellos contribuyen a los errores en mantenimiento si realizan un planeamiento, definen las prioridades y organizan el mantenimiento de una manera inadecuada.

La delegación o asignación de tareas es una destreza muy importante en la supervisión y si no es realizada apropiadamente puede resultar en una mala calidad del trabajo. También existe una relación directa entre la actitud de la Gerencia de Mantenimiento y los supervisores, y las expectativas de los técnicos de mantenimiento en la calidad del trabajo realizado. Las tareas que exigen esfuerzo físico no deben estar seguidas de trabajos rutinarios que requieren de gran concentración. La Gerencia de Mantenimiento y los supervisores deben examinar cuidadosamente la asignación de tareas y la repercusión en el personal, así como las dificultades de las actividades repetitivas.

Debido a que muchas tareas de mantenimiento son complejas y exigen varias facultades de especialista y más de un solo turno para ser ejecutadas, los Gerentes de Mantenimiento y supervisores deben coordinar no sólo el trabajo de varios equipos sino también entre diferentes grupos. Coordinar los esfuerzos de diferentes acciones en diferentes turnos, cerciorándose del cumplimiento de los procedimientos prescritos, sigue siendo un reto significativo para los Gerentes de Mantenimiento.

Los supervisores y la Gerencia de Mantenimiento deben también proporcionar dirección, mando e iniciativa. Es decir, ellos deben tener una visión clara de hacia donde la función de mantenimiento debe ser orientada y como conseguirlo. Así mismo, los supervisores y la Gerencia de Mantenimiento demostrar con su

comportamiento lo que se espera de los demás. Algunos ejemplos por este factor se observan en la Tabla 2.

Tabla 1. Factores de error por comunicaciones

Factor	Efecto	Ejemplo
Comunicación	Entre Departamentos	<ul style="list-style-type: none"> → Comunicación escrita incompleta o vaga. → Información no dirigida a los grupos correctos. → Responsabilidades del departamento no claramente definida o comunicada. → La personalidad conflictiva crea barreras de comunicación entre departamentos. → Información no proporcionada a todos o a destiempo.
	Entre personas (colegas)	<ul style="list-style-type: none"> → Falla en comunicar una información importante. → Mala interpretación de palabras, tono de voz. → Barreras de lenguaje. → Uso de jerga o términos inusuales. → Uso de inusuales acrónimos. → No cuestionar las acciones cuando era necesario. → No ofrecer ideas o propuestas de mejora a los procesos. → Personalidades diferentes.
	Entre turnos	<ul style="list-style-type: none"> → Cambio de turno no cumplido o mal hecho o muy rápido. → Registro inadecuado del trabajo realizado. → Procesos no documentados para que sean usados por todos los turnos. → Tarjetas de trabajo o listas de chequeo no mantenidas al día.
	Entre el supervisor y el gerente de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> → No existe comunicación o es muy poca. → No se discuten las metas y los planes regularmente. → Gerente de Mantenimiento no realiza retroalimentación con el supervisor en cuanto al cumplimiento de trabajos. → Supervisor no reporta problemas y se pierde oportunidades de mejorar los conocimientos del Gerente de mantenimiento. → Gerente de Mantenimiento no comunica información de importancia al supervisor.
	Entre la tripulación y el supervisor	<ul style="list-style-type: none"> → Supervisor no comunica información importante a la tripulación. → Cambio de turno verbal o asignación de tareas al iniciarse el turno inadecuado. → Funciones y responsabilidades que no están claras. → Supervisor no realiza retroalimentación con la tripulación. → Tripulación no reporta problemas y se pierde oportunidades de mejorar los conocimientos del supervisor. No son usadas las herramientas de comunicación (escritas, teléfonos, radios, etc.).

Tabla 2. Factor de error por falta de supervisión y liderazgo.

Factor	Efecto	Ejemplo
Supervisión y Liderazgo	Falta de planeamiento de la organización del mantenimiento inadecuado.	<ul style="list-style-type: none"> → Excesivo tiempo muerto entre tareas. → Insuficiente tiempo entre tareas. → Documentos de trabajo desorganizados. → Tareas no están en una secuencia lógica. → Las configuraciones del avión son cambiadas con mucha frecuencia durante las visitas a mantenimiento.
	Planeación inadecuada de equipo y reparación.	<ul style="list-style-type: none"> → Asignación de personal no adecuado para realizar la tarea. → Inconsistencia o carencia de procesos para las tareas delegadas. → Dar la misma tarea a la misma persona constantemente. → Muchas diferencias en las cargas de trabajo entre técnicos de mantenimiento departamentos.
	Expectativas y actitudes que no concuerdan con la realidad	<ul style="list-style-type: none"> → Discusión, enojo e insatisfacción frecuente entre un supervisor y un técnico acerca de cómo realizar una tarea o cómo una tarea rápidamente puede ser terminada. → Presión en los técnicos de mantenimiento para terminar tareas más rápido de lo que es posible o razonable. → Reprender individuos especialmente enfrente de otros. → Intolerancia a los errores. → Todas las expectativas de performance del personal de mantenimiento no están basadas en la visión de la Gerencia de mantenimiento.
	Estilo de supervisión con sobre vigilancia.	<ul style="list-style-type: none"> → Cuestionar frecuentemente las decisiones tomadas. → No involucrar a los empleados en las decisiones tomadas.

2.3.3 Factores por condiciones del entorno del trabajo⁴. El entorno de trabajo del técnico de mantenimiento puede tener grandes repercusiones en el cumplimiento del trabajo del técnico. No siempre las condiciones de trabajo son las ideales, tales

⁴ Dupont, Gordon. *The dirty dozen errors in maintenance*. Human Factors issues in aircraft maintenance and inspection meeting 11 proceedings. Washington D.C, FAA, 1997.

como: buena iluminación, hangar plenamente implementado, etc. Mas bien se presentan condiciones adversas, tales como: tareas al aire libre, por la noche, con malas condiciones meteorológicas, etc.

Uno de los parámetros mas importante en los trabajos de mantenimiento es la iluminación, sin embargo es muy difícil conseguirla para todas las tareas de mantenimiento. La mala iluminación ambiental en las áreas de trabajo es una deficiencia que puede provocar un error en mantenimiento.

Generalmente la iluminación se consigue con linternas portátiles, que aunque son fáciles de transportar proveen poca luz. Las luces en los hangares son normalmente de difícil acceso para su limpieza y mantenimiento, dicha iluminación debería alcanzar entre 100 a 150 candelas por pie cuadrado (30 centímetros cuadrados) para considerarla adecuada.

Las tareas de mantenimiento e inspección bajo las estructuras y en zonas de espacio reducido requieren de iluminación especial (entre 200 a 500 candelas por pie cuadrado, como sea requerido). Si a esto se agrega la dificultad de que sea al aire libre y de noche, como generalmente se realiza, la situación se agudiza. La Gerencia de Mantenimiento debe ser consciente de la importancia de proporcionar una adecuada iluminación para cumplir las tareas de inspección y el ruido es otro factor importante del entorno de trabajo, el ruido puede provocar interferencia en las conversaciones y afectar a la salud.

El ruido puede producir fatiga, afectar el sistema nervioso, sordera y como consecuencia favorecer la comisión de un error. La Gerencia de Mantenimiento debe tomar las medidas preventivas de supresión o reducción de ruido en los entornos de trabajo en su origen y por medios de protección personal, enfatizándose la necesidad de su uso en su personal.

La temperatura del área de trabajo es otro factor que en algunos casos (frío o calor extremo) afecta seriamente la performance del técnico de mantenimiento. La iluminación, el ruido y la temperatura entre otros factores son variables que pueden reducir la efectividad de los trabajadores, incrementar el riesgo de accidente, daño o enfermedad de trabajo.

Los materiales tóxicos, peligrosos y algunas pruebas no destructivas (PND) son nocivos para la salud. Es responsabilidad de la organización de mantenimiento mantener informado al técnico de mantenimiento de estos peligros, instruyéndolo en el manipuleo, almacenamiento seguro y medidas de seguridad en el caso de las PND, como por ejemplo pruebas por rayos X o radiológico.

En la Tabla 3. Se describen algunos ejemplos por factor de error por condiciones del entorno de trabajo.

Tabla 3. Factores de error por condiciones del entorno de trabajo

Factor	Efecto	Ejemplo
Condiciones del entorno de trabajo	Tareas al aire libre por la noche, con malas condiciones meteorológicas.	<ul style="list-style-type: none"> → Exposición prolongada directo a la luz solar. → Causa dificultad de visibilidad. → Ocasiona condiciones inseguras, pisos resbalosos. → Mueve estantes y otros equipos (crea inestabilidad).
	La temperatura	<ul style="list-style-type: none"> → Área de trabajo muy caliente por lo que se realiza el trabajo demasiado apresurado. → Temperaturas extremadamente altas ocasionan fatiga. → Componentes exteriores o estructuras muy calientes dificultan el trabajo a los técnicos de mantenimiento.
	Materiales tóxicos.	<ul style="list-style-type: none"> → Reduce los sentidos (olfato, visión). → Exposición ocasiona dolor de cabeza, náuseas, mareos. → Exposición ocasiona quemaduras, escozor, dolor en general. → Equipo de protección personal limita los movimientos y búsqueda. → Ocasiona generalmente o repentinamente fatiga. → Ocasiona generalmente efectos prolongados en la salud.
	Equipo de tierra.	<ul style="list-style-type: none"> → Dispositivos de protección faltantes o dañados. → Motores encendidos in apropiadamente. → Dispositivos de protección de los circuitos no son utilizados o dañados. → Fricción de cables, pelados o desgastados.
	Mala iluminación	<ul style="list-style-type: none"> → Insuficiente para leer las instrucciones, letreros, etc. → Insuficiente para la inspección visual. → Insuficiente para la actividad de mantenimiento en general. → Excesivo, crea deslumbramiento, reflejo.
	El ruido.	<ul style="list-style-type: none"> → Ruidos muy altos limitan la comunicación necesaria para realizar las tareas. → Exposición prolongada a los ruidos muy altos reduce la habilidad de concentración y provoca el agotamiento. → El ruido fuerte cubre el sistema de retroalimentación durante una prueba.

2.3.4 Factores individuales que pueden afectar el desempeño del personal de mantenimiento e inspección de aeronaves.

El ser humano es el centro del sistema y está sujeto a numerosos factores que producen considerables variaciones en su desempeño. El mantenimiento de aeronaves ha cambiado mucho a través de los años. Los nuevos aviones contienen materiales, equipos, sistemas y subsistemas electrónicos cuya tecnología avanza a velocidad vertiginosa. Los técnicos cada vez utilizan equipo más sofisticado. A pesar de lo anterior, la mayoría de las tareas en mantenimiento sigue siendo realizada por seres humanos, técnicos, ingenieros e inspectores, y mientras sus aviones han evolucionado dramáticamente ellos continúan presentando las habilidades, destrezas, limitaciones e idiosincrasias típicas de los seres humanos.

La aparición de nuevos materiales y equipos no ha disminuido la carga de trabajo ni los requerimientos de conocimientos y habilidades. Todo lo contrario, junto a las aeronaves nuevas cada vez es mayor el número de aeronaves viejas, y los técnicos deben conservar las habilidades y conocimientos requeridos para “atender” y mantener volando ambos tipos de aeronaves. Además hay que tener en cuenta la presión de mantener todos los aviones volando (rentables), de trabajar bajo severas restricciones de tiempo, en la noche, alejados de sus familias, con la incertidumbre laboral, etc. El trabajo de los técnicos de mantenimiento se ha tornado muy complejo y estresante.

En la Tabla 4. Se describen otras causas por factores individuales más importantes que conducen a cometer errores de mantenimiento como por ejemplo el horario, el estado físico del individuo, presión del tiempo, la distracción el intercambio de información etc.

a) El horario. El mantenimiento de aeronaves generalmente se realiza en la noche, pero el ser humano está diseñado para trabajar de día y dormir de noche. No somos más nocturnos que acuáticos. Este cambio en los horarios trae como consecuencia una disminución en el desempeño de las tareas. El reloj biológico nunca se adapta por completo al horario nocturno, así se lleve mucho tiempo trabajando en este turno, lo cual produce alteraciones fisiológicas severas. Esto agravado por el hecho comprobado que los trabajadores nocturnos duerme menos del tiempo necesario para proveer el descanso apropiado que evite la acumulación de estrés y fatiga. Son muchos los aspectos fisiológicos, psicológicos, familiares y sociales que se afectan con el trabajo nocturno o en turnos rotatorios.

b) Trabajo repetitivo. Son muchos los estudios científicos que demuestran que la atención del trabajador disminuye rápidamente cuando se efectúan tareas rutinarias y repetitivas, lo cual hace que fácilmente se cometan errores cuando se realizan este tipo de tareas.

Tabla 4. Factores individuales

Factor	Efecto	Ejemplo
Factores Individuales	Horario	<ul style="list-style-type: none"> → El hombre esta diseñado para trabajar de día y no de noche → Cambio de horario → Alteraciones fisiológicas
	Trabajo repetitivo	<ul style="list-style-type: none"> → Disminuye muy rápidamente la atención del técnico.
	Fallas de comunicación	<ul style="list-style-type: none"> → Falta de comunicación interna con las organizaciones de apoyo → Fallas en la comunicación verbal y escrita.
	Distracción	<ul style="list-style-type: none"> → Se alejan del trabajo física y mentalmente → Falta de conciencia en la realización del trabajo.
	Conocimientos y Destrezas Técnicas	<ul style="list-style-type: none"> → Falta de conocimiento de procedimientos de mantenimiento de la Aerolínea (MGM) → Conocimientos de los sistemas de las aeronaves → Conocimientos de las tareas de mantenimiento → Actitud de yo puedo hacerlo.
	Estado físico y salud	<ul style="list-style-type: none"> → Problemas de sobrepeso → Problemas sensoriales (vista – oído) → Dolores de cabeza → Enfermedades crónicas → El uso de alcohol y drogas → Fatiga
	Presión de tiempo	<ul style="list-style-type: none"> → Presiones para terminar rápido el trabajo → Exigencia de velocidad y seguridad
	Presión Opinión de los Colegas	<ul style="list-style-type: none"> → Presión no utilizar los manuales → Presión para no utilizar las listas de chequeo
	Intercambio de Información	<ul style="list-style-type: none"> → Lenguaje técnico Ingles → intercambio de información con los fabricantes → Intercambio de información con otras organizaciones de mantenimiento → Intercambio de información en los cambios de turno
	Equipos, Herramientas y Partes	<ul style="list-style-type: none"> → No verifican la calibración el estado de las herramientas especiales → Utilizan otras herramientas diferentes a las exigidas → Utilizan herramientas sin instrucción de uso

c) Estrés emocional. Este estrés, el cual puede deberse a problemas familiares o laborales, puede ser tan severo como para llevar la incapacidad de un individuo a niveles inaceptables y peligrosamente inseguros. Menos obvios resultan los efectos de una exposición a una situación de estrés transitorio, como un disgusto antes de salir, o conducir el carro en medio del tráfico pesado que se traduce en una llegada tarde al taller, con un cambio de turno inadecuado o un olvido en las listas de chequeo. Esta situación por sí misma puede no producir un accidente, pero sí puede ser el inicio de una serie de errores que eventualmente producirán uno.

2.4 CONSECUENCIAS DE LOS PROBLEMAS DEL MANTENIMIENTO

No cabe duda que los errores humanos producidos en el área del mantenimiento e inspección de aeronaves han ocasionado varios accidentes recientes sufridos por aeronaves que son explotadas por las empresas aéreas colombianas como lo podemos observar en la Tabla 5.

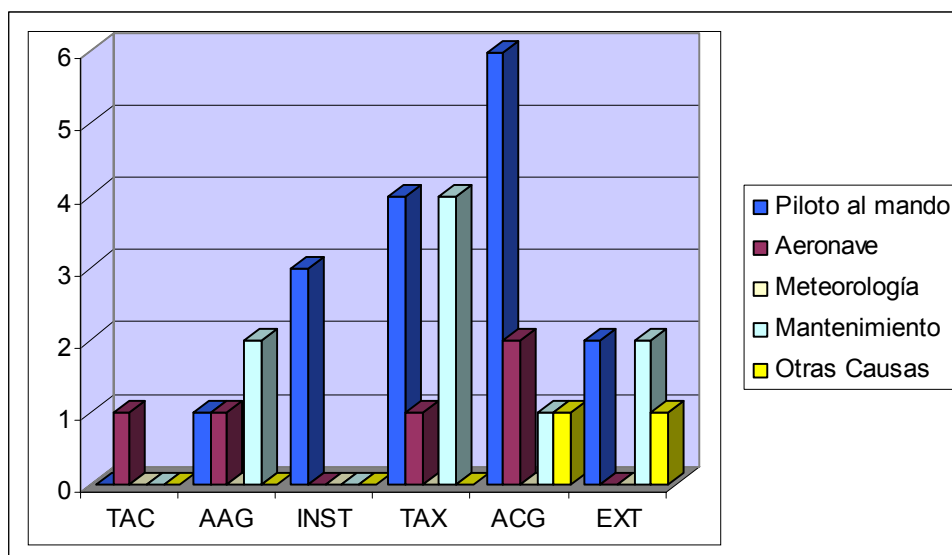
Tabla 5. Numero de accidentes durante el año 2003 en Colombia.

Siglas	Tipo de operación	Definición	Accidentes año 2003
AAG	Aviación General	Operación con aeronaves de 9 sillas o menos o por debajo de 5700 Kg. de PBMO.	4
TAX	Taxis aéreos	Operación comercial de vuelos charter	9
ACG	Aviación agrícola	Aeronaves que realizan trabajo aéreo especial de fumigación	4
TAC	Transporte aéreo comercial	Operación comercial con aeronaves por encima de 700 Kg. De PBMO	1
INST	Aeronaves de Instrucción	Aeronaves que se utilizan en escuelas de pilotos de aviación	3
EXT	Aeronaves de registro extranjero	Aeronaves con matrícula extranjera que entran a territorio colombiano.	5

PBMO: Peso bruto máximo de operación

De acuerdo a la estadística de la oficina de control y seguridad aérea de la UAEAC, ha aumentado notablemente el número de accidentes e incidentes de aeronaves de transporte público relacionados con el mantenimiento. Podemos encontrar que en año 2003 con 9 accidentes que se atribuyeron a aspectos de mantenimiento; de los cuales están repartidos 2 en aviación agrícola (AAG), 4 en taxis aéreos (TAX) 1 en aviación general (AAG) y 2 en aeronaves de registro extranjero (EXT). (Ver Grafico 3). Todos esos accidentes e incidentes tuvieron serias consecuencias (muertes, graves daños, relación con sucesos previos importantes, consecuencias significativas para la aeronavegabilidad, etc.).

Grafico 3. Accidentes en Colombia durante el año 2003 por tipo de operación Vs. factores causantes



Obviamente queda por dilucidar si esos sucesos que hoy se relacionan con problemas de mantenimiento son un fenómeno “nuevo” en la aviación o si siempre existieron pero sólo ahora se han convalidado mediante la recopilación de estadísticas. Ciertamente, la conciencia que existe hoy en día respecto de la importancia del mantenimiento para la seguridad de la aviación es sólo una consecuencia lógica de que gradualmente se han aceptado métodos más completos y sistemáticos para tratar la seguridad de la aviación. Sea cual fuere el caso, el aumento en el porcentaje de accidentes e incidentes relacionados con problemas de mantenimiento a nivel mundial parece ser por lo menos un elemento estadísticamente significativo como se puede observar en la Tabla 6.

Esto ha constituido una seria omisión, ya que está bastante claro que el error humano en la esfera del mantenimiento de aeronave ha repercutido

dramáticamente en la seguridad de las operaciones de vuelo, al igual que los errores cometidos por pilotos y controladores de tránsito aéreo.

Por ello se comprende cada vez más la importancia que tienen los temas de factores humanos en relación con el mantenimiento y la inspección de aeronaves. La seguridad y la efectividad de las operaciones de las líneas aéreas experimentan una vinculación cada vez más directa con el desempeño del personal que inspecciona y mantiene sus flotas de aeronaves. Uno de los objetivos de ese compendio es iniciar aquellos factores humanos que revisten importancia significativa para la seguridad de la aviación.

Tabla 6. Accidentes por factor causante

Causas de accidentes	Presencia detectada(%)
Incumplimiento por parte del piloto de los procedimientos normatizados	33,00%
Verificación insuficiente por parte del segundo piloto	26,00%
Respuesta inadecuada de la tripulación cuando se produjeron situaciones anormales	9,00%
Peligros en la pista	7%
Omisiones por parte del comandante, que no tuvo en cuenta las indicaciones de la tripulación	10,00%
Información meteorológica insuficiente o incorrecta	8,00%
Incumplimiento por parte del piloto de los procedimientos normatizados	33,00%
falta de guía para la aproximación	10,00%
Fallas de diseño	13,00%
Error/falla de control de tránsito aéreo	9,00%
Deficiencias en las comunicaciones de control del tránsito aéreo/tripulación de vuelo	6,00%
Deficiencias de mantenimiento e inspección	12,00%
Decisión inadecuada de aterrizaje	6,00%

Fuente: OACI, Documento 9683-An/950, Montreal Québec, 1 ed. 1998

3. FACTORES HUMANOS EN EL MANTENIMIENTO DE AERONAVES

3.1 LOS FACTORES HUMANOS

Factores humanos, como término, tiene que ser claramente definido porque cuando estas palabras se usan en el lenguaje popular son frecuentemente aplicadas a cualquier hecho relacionado con los humanos. El elemento humano es el más flexible, adaptable y la parte más valiosa del sistema aeronáutico; pero es también el más vulnerable a las influencias que pueden adversamente afectar su desempeño. Durante años, tres de cuatro accidentes han sido el resultado de un no tan óptimo rendimiento humano. Esto ha sido comúnmente clasificado como error humano.

El término “error humano” puede ser erróneo cuando se hace referencia a factores humanos en prevención de accidentes porque aunque esto puede indicar en qué parte del sistema está la avería, no se suministra una guía de por qué esto ocurre. Un error atribuido a lo humano en el sistema pudo haber sido ocasionado por un diseño inducido o estimulado por entrenamiento inadecuado, procedimientos erróneamente diseñados o el mal concepto o distribución de los manuales. Además, el término “error humano” permite un ocultamiento de los factores que se encuentran detrás de los hechos y deben ser traídos al frente para la prevención de accidentes. De hecho, las creencias contemporáneas de seguridad argumentan que los errores humanos deben ser el punto de partida y no una regla de detención en las investigaciones y prevenciones de los accidentes.

Un entendimiento de las capacidades y limitaciones predecibles de los humanos y la aplicación de este entendimiento, son las preocupaciones primarias de los factores humanos. Los factores humanos progresivamente se han ido desarrollando, refinados e institucionalizados por muchas décadas, y está de nuevo de vuelta por un vasto almacenamiento de conocimiento que puede ser usado por aquellos a los que les concierne el aumento de la seguridad del sistema complejo que es hoy en día la aviación civil.

3.2 IMPORTANCIA DEL FACTOR HUMANO

El conocimiento de la actuación humana en las labores de mantenimiento es desde hace más de diez años, un aspecto crítico en la seguridad aérea que ha sido tratado en el ámbito internacional.

Hablar de seguridad de la aviación, es hablar de evitar el error humano no solo desde el punto de vista operacional sino en todos los procesos que sirven de marco de operaciones de vuelo, incluyendo el diseño, fabricación y mantenimiento de aeronaves con sus correspondientes equipos de navegación y las decisiones comerciales que afectan a las operaciones cotidianas, para ello es necesario que exista una perfecta interfaz ser humano- tecnología.

Por ello se comprende cada vez más la importancia que tiene el tema de factores humanos en relación con el mantenimiento y la inspección de aeronaves. La seguridad y la efectividad de las operaciones de los explotadores aéreos también experimentan una vinculación cada vez más directa con la capacidad del personal que realiza labores de mantenimiento en sus flotas de aeronaves.

Los factores humanos son un campo multidisciplinario dedicado a optimizar el rendimiento y reducir el error humano. Incorpora métodos y principios de las ciencias sociales, la psicología, la fisiología, la biología e ingeniería, son la ciencia aplicada que estudia a las personas trabajando en equipo en coordinación con la máquina.

3.3 MODELOS CONCEPTUALES DE LOS FACTORES HUMANOS

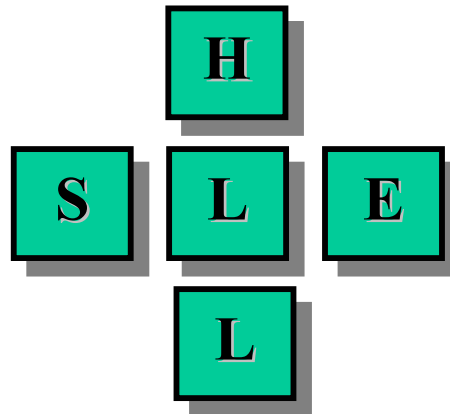
Con el objeto de comprender y analizar la incidencia del factor humano dentro de sus tareas de inspección y mantenimiento, y como elemento fundamental para desarrollar un modelo de gestión para una organización de mantenimiento, se han desarrollado dos modelos ampliamente utilizados por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), que permiten ayudar a estudiar en una forma más organizada y sistemática el comportamiento del elemento humano frente a su entorno de trabajo.

3.3.1 El modelo SHEL. El modelo SHEL⁵ propuesto por el profesor Elwyn Edwards en 1972, es basado en un diagrama práctico de bloques que representa los diversos elementos o componentes de los Factores Humanos. El modelo es básicamente una representación gráfica de la necesidad de hacer corresponder los elementos como se aprecia en la Figura 9. El concepto SHEL cuyo nombre se deriva de las letras iniciales de sus componentes en Inglés: Soporte lógico

⁵ Compendio de factores humanos No. 12, Circular 253-AN/151 OACI

(software), equipo (Hardware), ambiente (Environment). Elemento humano (Liverware).

Figura 9. Modelo shel



S: Software = Soporte lógico (procedimientos, simbología, etc.)

H: Hardware = Equipo (máquina)

E: Environment = Ambiente

L: Liveware (human) = Elemento humano

En este sentido se sugieren las siguientes interpretaciones: Elemento humano (ser humano), Equipo (máquina) y Soporte lógico (procedimientos, simbología, etc.) y Ambiente (la situación en la cual debe funcionar el sistema **L, H, S**). Este modelo no cubre por ejemplo: Equipo – equipo; equipo – ambiente; Soporte lógico – equipo. Porque solo pretender ser una ayuda para el análisis de los factores humanos en el mantenimiento.

a) Elemento humano (L). En el centro del modelo se encuentra la persona, el componente más crítico y más flexible del sistema. Pero las personas están sujetas a considerables variaciones en su desempeño y sufren muchas limitaciones, la mayoría de las cuales son actualmente previsibles en términos generales. Los bordes de este bloque no son sencillos y rectos, de modo que los demás componentes del sistema deben ajustarse cuidadosamente a ellos si se quieren evitar tensiones en el sistema y su eventual ruptura.

A fin de lograr esta correspondencia, es indispensable comprender las características de este componente central. He aquí algunos de sus rasgos 'más importantes':

- Tamaño forma físicos son la concepción de cualquier lugar de trabajo y de la mayor parte de los equipos, desempeñan una función vital las medidas y movimientos del cuerpo, que variarán de acuerdo con la edad, los grupos étnicos y el sexo. Las decisiones deben tomarse al principio del proyecto, y los datos requeridos para tomar estas decisiones pueden derivarse de la antropometría y la biomecánica.
- Necesidades físicas. Las necesidades de alimento, agua y oxígeno que tienen las personas son estudiadas por la fisiología y la biología.
- Características aportadas. Los seres humanos están dotados de un sistema sensorial que les permite recopilar información del mundo que los rodea, y los faculta para responder a los hechos externos y para llevar a cabo las tareas necesarias. Pero todos sus sentidos están sujetos a degradación por una razón u otra, y en este caso las fuentes de conocimientos son la fisiología, la psicología sensorial y la biología.
- Tratamiento de la información. Esta capacidad humana tiene graves limitaciones. Frecuentemente, la concepción deficiente de instrumentos y sistemas de advertencia ha sido el resultado de no haber tomado en cuenta la capacidad y limitaciones del sistema humano de tratamiento de la información. En este aspecto se ven involucradas la memoria a corto y largo plazo, así como la motivación y el estrés. La psicología es la fuente de conocimientos básicos al respecto.
- Características salientes. Una vez que se ha detectado y procesado la información, se envían mensajes a los músculos para iniciar la respuesta deseada, ya sea un movimiento de control físico o el principio de alguna forma de comunicación. Es necesario conocer las fuerzas de control aceptables y la dirección del movimiento, para lo cual la biomecánica, la fisiología y la psicología suministran los conocimientos requeridos.
- Tolerancias ambientales. La temperatura, la presión, la humedad, el ruido, el momento del día, la luz y la oscuridad, son elementos que pueden reflejarse en el comportamiento y en el bienestar de las personas. También cabe prever que las alturas, los espacios encerrados, y un ambiente de trabajo aburrido o lleno de tensión influyan sobre el desempeño. Esta vez, la información se obtiene de la fisiología, la biología y la psicología.

El elemento humano es el núcleo de actividad del modelo SHEL sobre los factores humanos. Los componentes restantes deben adaptarse y hacer corresponder a este componente central.

b) Elemento humano (L) – equipo (H). Esta interfaz es la que más corrientemente se considera cuando hablamos de sistemas ser humano – máquina; el diseño no de los asientos para ajustarlos a las características del cuerpo humano sentado, de pantallas que se ajustan a las características sensoriales y a las del procesamiento de información y a las del procesamiento de información del usuario, de controles dotados de movimiento, codificación y ubicación apropiados.

Puede ser que el usuario no se dé nunca cuenta de una deficiencia L-H, aun cuando finalmente pueda provocar un desastre, porque la característica humana natural de adaptarse a los desajustes del L-H encubrirá esa deficiencia, pero no eliminará su existencia. Esto constituye un peligro potencial, del cual deben estar advertidos los proyectistas. Con la introducción de las computadoras y los sistemas avanzados de automatización, esta interfaz se ha puesto al frente de los problemas que el estudio de los factores humanos habrá de resolver.

c) Elemento humano (L) – soporte lógico (S). Esto abarca al ser humano y a los aspectos no físicos del sistema, tales como los procedimientos, la presentación general de manuales y listas de verificación, la simbología y los programas de computadora. Los problemas de elemento humano – soporte lógico aparecen en los informes de accidentes pero a menudo son difíciles de percibir y, en consecuencia, más difíciles de resolver (por ejemplo, la mala interpretación de listas de verificación o de la simbología, el no cumplimiento de los procedimientos etc.)

d) Elemento humano (L) -ambiente (E). La interfaz ser humano- ambiente fue una de las que primero se reconocieron en la aviación. Inicialmente, todas las medidas tomadas tenían por objeto adaptar al ser humano para afrontar el ambiente (cascos, trajes de vuelo, máscaras de oxígeno, trajes antigraavitatorios). Más tarde, la tendencia fue invertir, este procedimiento, adaptando el ambiente a las necesidades humanas (presionización y sistemas de aire acondicionado, insonorización). Nuevos desafíos han surgido hoy, sobre todo, el peligro de la concentración del ozono y la radiación a altos niveles de vuelo y los problemas relacionados con la perturbación de los ritmos biológicos y los correspondientes trastornos por la falta de sueño, como consecuencia de la mayor velocidad en los viajes transmeridianos. Dado que las ilusiones y la desorientación constituyen la raíz de muchos accidentes de aviación la interfaz L-E debe tomar en consideración los errores perceptivos provocados por las condiciones ambientales,

El sistema de la aviación funciona dentro del contexto de amplias restricciones políticas y económicas, y esos aspectos del ambiente interactúan en esta interfaz. Aunque la posibilidad de modificar estas influencias está fuera del alcance de los profesionales de los factores humanos, su incidencia es fundamental y deberían

tenerse debidamente en cuenta y ocuparse de ellas los dirigentes que están facultados para hacerlo.

e) Elemento humano (L)-elemento-humano (L). Se trata de la interfaz entre personas. La instrucción y la verificación de idoneidad se han realizado tradicionalmente en forma individual. Si cada miembro del equipo era idóneo, se suponía que el grupo constituido por estas personas también era idóneo y eficiente. Sin embargo, no siempre ha sido así, y durante muchos años se ha dedicado una creciente atención al fracaso del trabajo en equipo. Las tripulaciones de vuelo, los controladores de tránsito aéreo, los técnicos de mantenimiento y otros miembros del personal operacional funcionan como grupos y las influencias de grupo ejercen una función importante para determinar el comportamiento y el desempeño. En esta interfaz nos ocupamos de liderazgo, el trabajo en equipo y las interacciones de personalidades. Las relaciones persona / administración se encuentran también dentro del alcance de esta interfaz, ya que el ámbito empresarial y las presiones derivadas de la explotación en la compañía pueden afectar considerablemente el comportamiento humano.

3.3.2 Teoría y modelos del error. Para apreciar los posibles tipos de errores que se pueden cometer, los investigadores han observado el error humano de varias formas y han propuesto varios modelos y teorías. Se intenta capturar la naturaleza del error y sus características. Para ilustrar esto, se subrayarán brevemente las siguientes teorías y modelos:

- Errores de diseño versus errores causados por el operador.
- Equivocaciones, lapsos, errores.
- Habilidad, reglas y comportamientos basados en el conocimiento y errores asociados.
- El modelo "Swiss Cheese".

a) Errores de diseño versus errores causados por el operador. En aviación, la mayoría de las veces se pone énfasis en los errores de los operadores de la línea frontal, que pueden incluir la tripulación de vuelo, los controladores aéreos, y los ingenieros encargados del mantenimiento del avión.

Sin embargo, los errores pueden haber sido cometidos por los diseñadores del avión antes de que este despegue. Esto puede significar que aunque un avión se mantenga y se vuele de la forma como se ha diseñado para que lo haga, una falla en su diseño original podría comprometer al sistema operacional. Una segunda posibilidad es que los procedimientos con imperfecciones que lleva a cabo la

aerolínea, el mantenimiento de la organización o el manejo del control aéreo también puedan llevar a problemas operacionales.

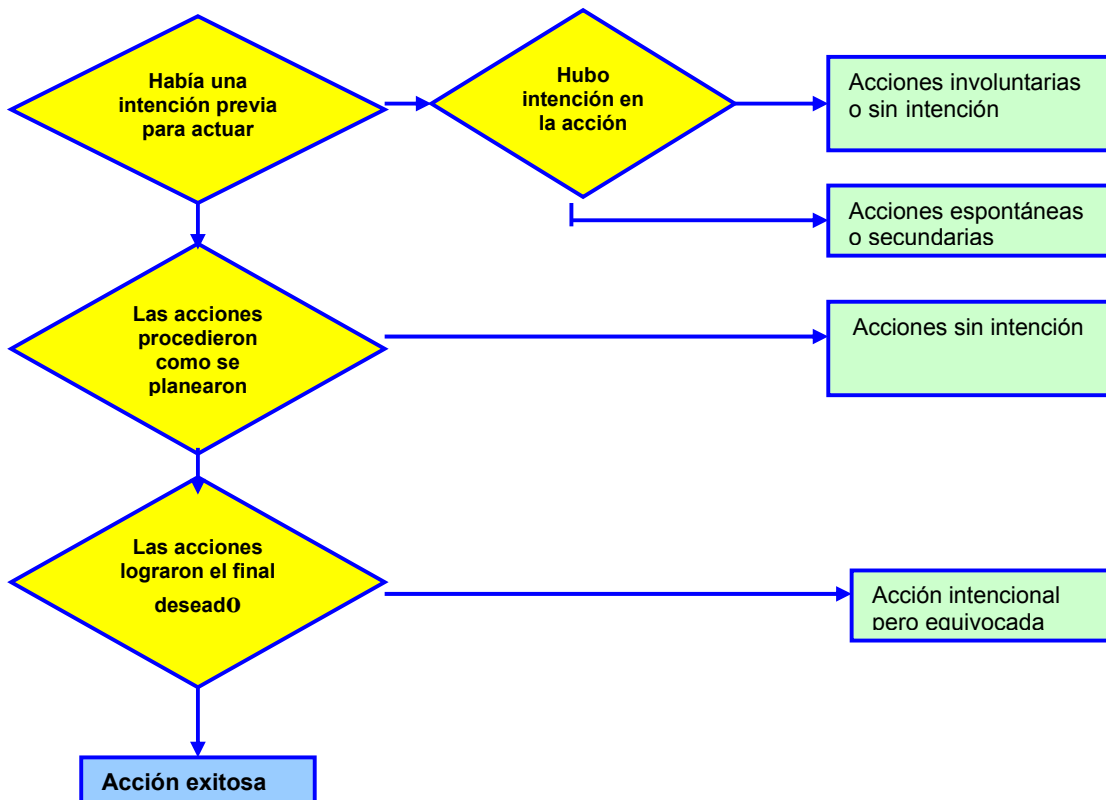
Cuando se investiga un accidente o un incidente es común encontrar que se ha cometido más de un error y la mayoría de las veces, por más de una persona. Podría ser que solo cuando surge una determinada combinación de errores y se violan las defensas (ver el modelo “Swiss Cheese”) de los errores se comprometa la seguridad.

b) Equivocaciones, lapsos, errores. Reason subraya la noción de “intención” cuando considera la naturaleza del error, haciendo las siguientes preguntas:

- ¿Las acciones fueron dirigidas por alguna intención previa?
- ¿Las acciones procedieron como fueron planeadas?
- ¿Ellos alcanzaron el final deseado?

Entonces Reason sugiere una clasificación de errores basado en las respuestas a estas preguntas como se muestra en la Figura 10:

Figura 10. Clasificación de errores según Reason



c) Habilidad, reglas y comportamientos basados en el conocimiento y errores asociados. El comportamiento de los técnicos de mantenimiento de los aviones pueden dividirse en tres categorías distintas: comportamiento basado en las habilidades, comportamiento basado en las reglas y comportamiento basado en el conocimiento.

“Los comportamientos basados en las habilidades son aquellos que dependen de rutinas almacenadas o programas motores que se han aprendido con práctica y que se podrían ejecutar sin un pensamiento consciente.

Los comportamientos basados en reglas, son aquellos para los que se ha aprendido una rutina o un procedimiento. Los componentes de este comportamiento podrían estar compuestos de una serie de habilidades diferentes.

Los comportamientos basados en el conocimiento son aquellos para los que no se ha establecido procedimiento. Estos requieren que el técnico de mantenimiento de los aviones evalúe la información y utilice su conocimiento y experiencia para formular un plan para resolver la situación”.

Cada uno de estos comportamientos se asocia con un error.

Los ejemplos de errores basados en habilidades son: acción equivocada, captura ambiental y reversión. Las acciones equivocadas como el nombre lo indica son lo mismo que las equivocaciones, por ejemplo una acción que no se lleva a cabo como algo intencionado. El ejemplo que se da en la Figura 11, puede ser el de un técnico que se da cuenta que necesita cierta llave para completar un trabajo, pero como es distraído por un compañero recoge otro aparato para el par incorrecto y no se da cuenta que ha ajustado los tornillos de forma incorrecta.

Las equivocaciones se pueden considerar como acciones que no se llevan a cabo como intencionadas o planeadas, por ejemplo: transponer dígitos cuando se están copiando números o desordenar los pasos en un procedimiento.

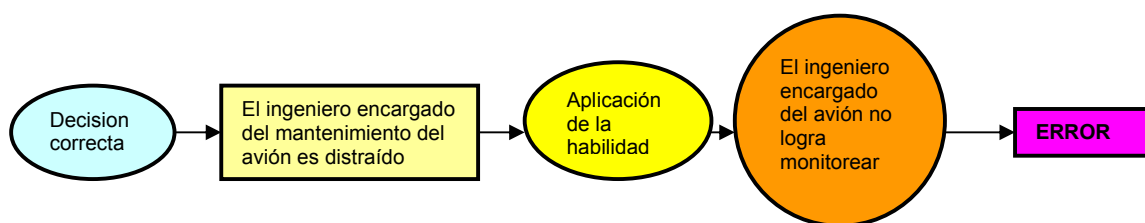
Los lapsos son acciones perdidas u omisiones, por ejemplo cuando alguien no ha logrado hacer algo debido a los lapsos de memoria y/o atención o porque ha olvidado algo, por ejemplo, olvidar reemplazar una cubierta.

Los errores son un tipo específico de error provocado por un plan defectuoso, por ejemplo: alguien hizo algo creyendo que estaba bien cuando de hecho estaba mal, por ejemplo: un error de cálculo como la selección incorrecta de los tornillos al encajar un limpia brisas del avión.

Las equivocaciones por regla general ocurren en la etapa de la ejecución de la tarea, los lapsos en la etapa de almacenamiento (memoria) y los errores ocurren en la etapa de planeación.

Los incumplimientos a veces parecen ser errores humanos, pero se diferencian de las equivocaciones, los lapsos y los errores porque son acciones “ilegales” intencionadas, por ejemplo, alguien hizo algo sabiendo que iba en contra de las reglas (por ejemplo, a propósito no logró seguir los procedimientos apropiados). Los técnicos de mantenimiento de los aviones deberían considerar que un incumplimiento es bien intencionado, por ejemplo, “acortar camino” para terminar un trabajo a tiempo. Sin embargo, los procedimientos deberían seguirse apropiadamente para ayudar a proteger la seguridad.

Figura 11. Diagrama del comportamiento



La captura ambiental podría ocurrir cuando un técnico lleva a cabo cierta tarea frecuentemente en cierto lugar. Por ejemplo, un ingeniero estaba acostumbrado a llevar a cabo cierto ajuste de mantenimiento en una Aeronave. El podría inadvertidamente llevar a cabo este ajuste en el próximo Avión el que trabaja, aún si no se requiere (y él no ha tomado una decisión consiente para operar la habilidad).

La reversión puede ocurrir una vez que cierto patrón de comportamiento se ha establecido, principalmente porque es muy difícil dejarlo u olvidarlo cuando ya no es apropiado. Por ejemplo, un ingeniero de mantenimiento podría accidentalmente llevar a cabo un procedimiento que ha utilizado por años, aunque éste haya sido cambiado recientemente. Es más probable que esto pase cuando la gente no está concentrada o cuando está en una situación estresante.

El comportamiento basado en la regla es generalmente bastante robusto y por eso es que el uso de procedimientos y reglas pone énfasis en el mantenimiento del avión. Sin embargo, aquí los errores están relacionados con el uso de la regla o el procedimiento incorrecto. Por ejemplo, un ingeniero podría diagnosticar de forma incorrecta una falla y así aplicar el procedimiento incorrecto. Por

consiguiente, no aclarando la falla. Aquí los errores algunas veces también son por culpa de no recordar los procedimientos. Por ejemplo, no recordar la secuencia correcta al realizar un procedimiento.

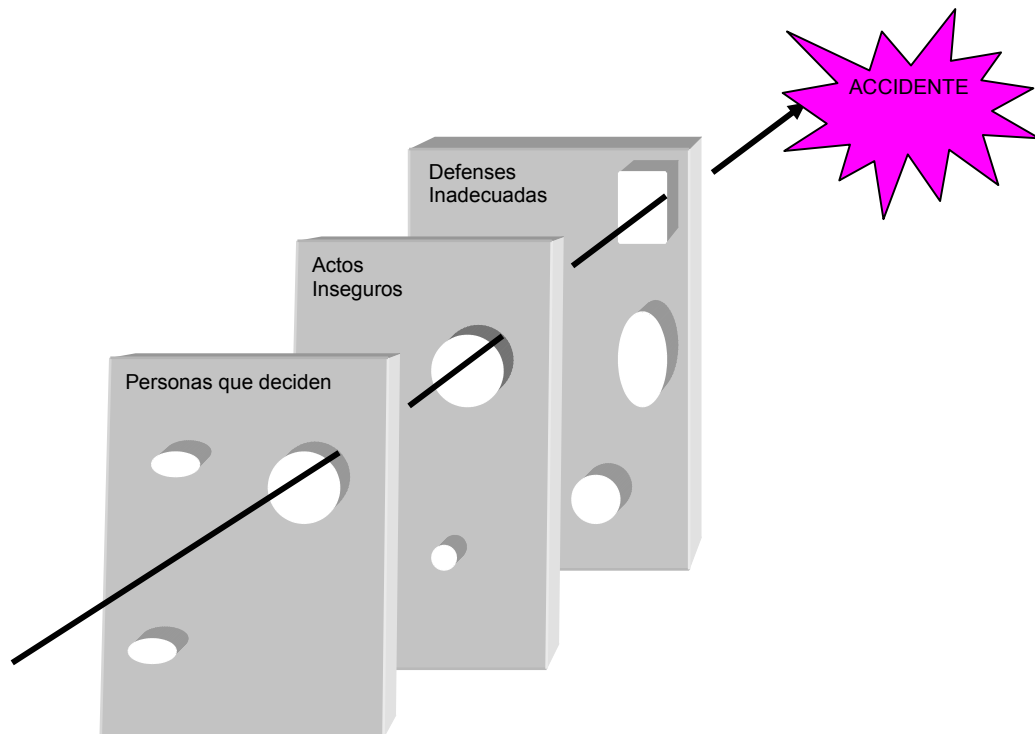
Los errores en el nivel del procedimiento basado en el conocimiento se relacionan con el conocimiento incompleto o incorrecto o la interpretación incorrecta de la situación. Un ejemplo de esto podría ser cuando un técnico intenta realizar una tarea de reparación desconocida y asume que la puede resolver. Una vez que él ha emprendido la labor de esta manera, es posible que se de cuenta de cosas que sugieren que está haciendo bien la reparación, mientras que ignora la evidencia de lo contrario.

d) El modelo Swiss Cheese⁶. En su investigación, Reason subraya el concepto de “defensas” contra el error humano dentro de una organización, y ha acuñado la noción de “defensas en detalle”. Los ejemplos de defensas son inspecciones duplicadas, revisiones funcionales que se le hacen al piloto antes de realizar el vuelo, etc.... que ayudan a prevenir para “atrapar” errores humanos, reduciendo la probabilidad de consecuencias negativas. Cuando estas defensas se debilitan y se alteran es cuando los errores humanos pueden acabar en incidentes o en accidentes. Estas defensas se han representado gráficamente, como varios pedazos de Swiss Cheese (y por lo tanto el modelo se ha conocido como el modelo “Swiss Cheese” del profesor Reason) ver Figura 12.

Algunos fracasos son latentes, esto significa que se han hecho en algún momento en el pasado y permanecen latentes. Esto se podría presentar en el momento en que un avión se diseñó o se podría asociar con la decisión de manejo. Los errores cometidos por el personal de la línea frontal, como los ingenieros encargados del mantenimiento del avión, son fallas “activas”. Entre mas agujeros haya en los sistemas de defensa, hay mas probabilidad de que los errores terminen en incidentes o en accidentes, pero esto solo ocurre en ciertas circunstancias, cuando todos los agujeros se ponen en línea. Por lo general, si un error ha puesto en peligro las defensas de la ingeniería, esto alcanza las defensas de las operaciones de vuelo (por ejemplo en las advertencias de vuelo) y se detecta y maneja en esta etapa. Sin embargo, en aviación algunas veces un error puede poner en peligro todas las defensas (por ejemplo un piloto ignora una advertencia de vuelo dentro del avión creyendo que es una falsa alarma) y ocurre una situación catastrófica.

⁶ Reason, James, Human error. Cambridge University Press, Reino Unido.

Figura 12. Modelo de James Reason de causa de accidentes



3.3.3 Teoría de la motivación. Las motivaciones humanas se basan en necesidades, ya sea consciente o inconscientemente experimentadas. Algunas de ellas son necesidades primarias, como los requerimientos fisiológicos de agua, aire, alimentos, sueño y abrigo. Otras pueden considerarse secundarias, la generosidad, la realización y la afirmación personal. Naturalmente estas necesidades varían en intensidad y en el transcurso del tiempo entre diferentes individuos.

La motivación es un término genérico que se aplica a una amplia serie de impulsos, deseos, necesidades, anhelos y fuerzas similares. Decir que los administradores motivan a sus subordinados es decir que realizan cosas con las que esperan satisfacer esos impulsos y deseos e inducir a los subordinados a actuar de determinada manera.

a) Complejidad de la motivación. Toma apenas un instante darse cuenta de que, en cualquier momento, las motivaciones de un individuo pueden ser sumamente complejas, y en ocasiones contradictorias. A una persona puede motivarla el deseo de obtener bienes y servicios materiales (comestibles, una casa mejor, un

nuevo automóvil, un viaje), deseos que sin embargo pueden ser complejos y contradictorios (¿qué comprar: una casa o un auto?). Al mismo tiempo, un individuo puede desear autoestima, estatus, una sensación de realización o relajamiento (¿quién no se ha visto en dificultades por la necesidad de dedicarle tiempo al trabajo cuando se preferiría jugar golf o ir al cine?).

Así pues, un motivador es algo que influye en la conducta de un individuo. Hace una diferencia en lo que una persona realizará. Es obvio que los gerentes de mantenimiento de una organización de mantenimiento deben interesarse en los motivadores, así como aplicar su inventiva en la manera de usarlos. Por lo general la gente puede satisfacer sus deseos en formas muy variadas. Una persona, por ejemplo, puede satisfacer su deseo de asociación participando activamente en un club social en lugar de hacerlo en una empresa, satisfacer sus necesidades económicas mediante la realización de un trabajo suficiente para su sustento, o satisfacer sus necesidades de alta condición dedicando parte de su tiempo a participar en las actividades de un partido político. Los gerentes de mantenimiento deben hacer uso desde luego de los motivadores que induzcan a la gente a desempeñarse efectivamente a favor de la organización que la emplea.

3.3.4 Jerarquía de las necesidades⁷. Las necesidades humanas básicas que Maslow colocó en orden ascendente de importancia y que aparecen en la Figura 13 son las siguientes:

a) Necesidades fisiológicas. Estas son las necesidades básicas para el sustento de la vida Humana, tales como alimentos, agua, calor, abrigo y sueño. Según Maslow, en tanto estas necesidades no sean satisfechas en el grado indispensable para la conservación de la vida., las demás no motivaran a los individuos.

b) Necesidades de seguridad. Estas son las necesidades para librarse de riesgos físicos y del temor a perder el trabajo, la propiedades, los alimentos o el abrigo.

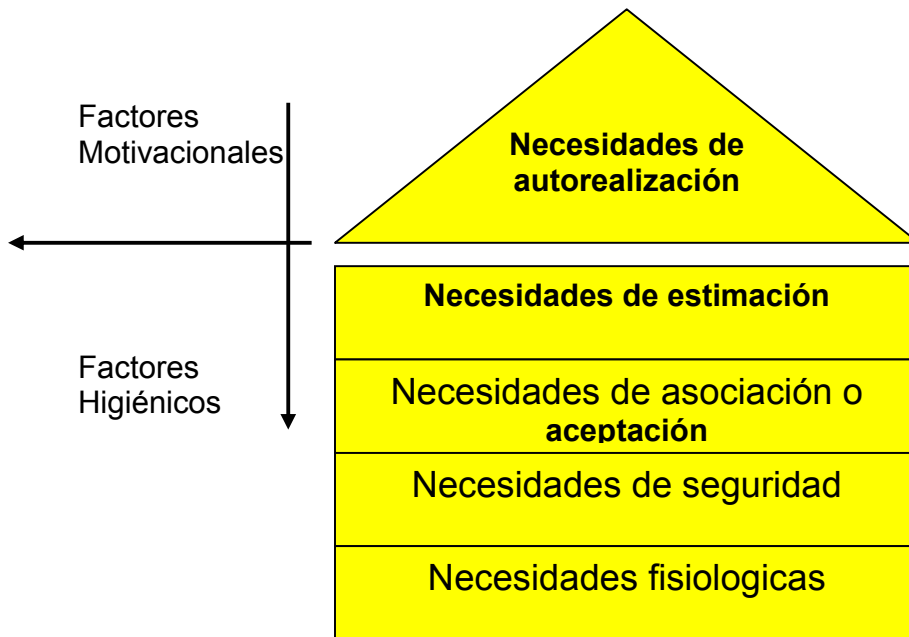
c) Necesidades de asociación o aceptación. En tanto que seres sociales, los individuos experimentan la necesidad de pertenencia, de ser aceptados por los demás.

d) Necesidad de estimación. De acuerdo con Maslow, una vez que las personas satisfacen sus necesidades de pertenencia, tienden a desear la estimación tanto propia como de los demás. Este tipo de necesidad produce satisfacciones como poder, prestigio, categoría y seguridad en uno mismo.

⁷ KOONTZ, Harold, Administración una perspectiva global. México: McGraw-Hill, p. 506-507.

e) Necesidad de autorrealización. Maslow consideró a ésta como la necesidad más alta de su jerarquía. Se trata del deseo de llegar a ser lo que se es capaz de ser; de optimizar el propio potencial y de realizar algo valioso.

Figura 13. Jerarquía de las necesidades

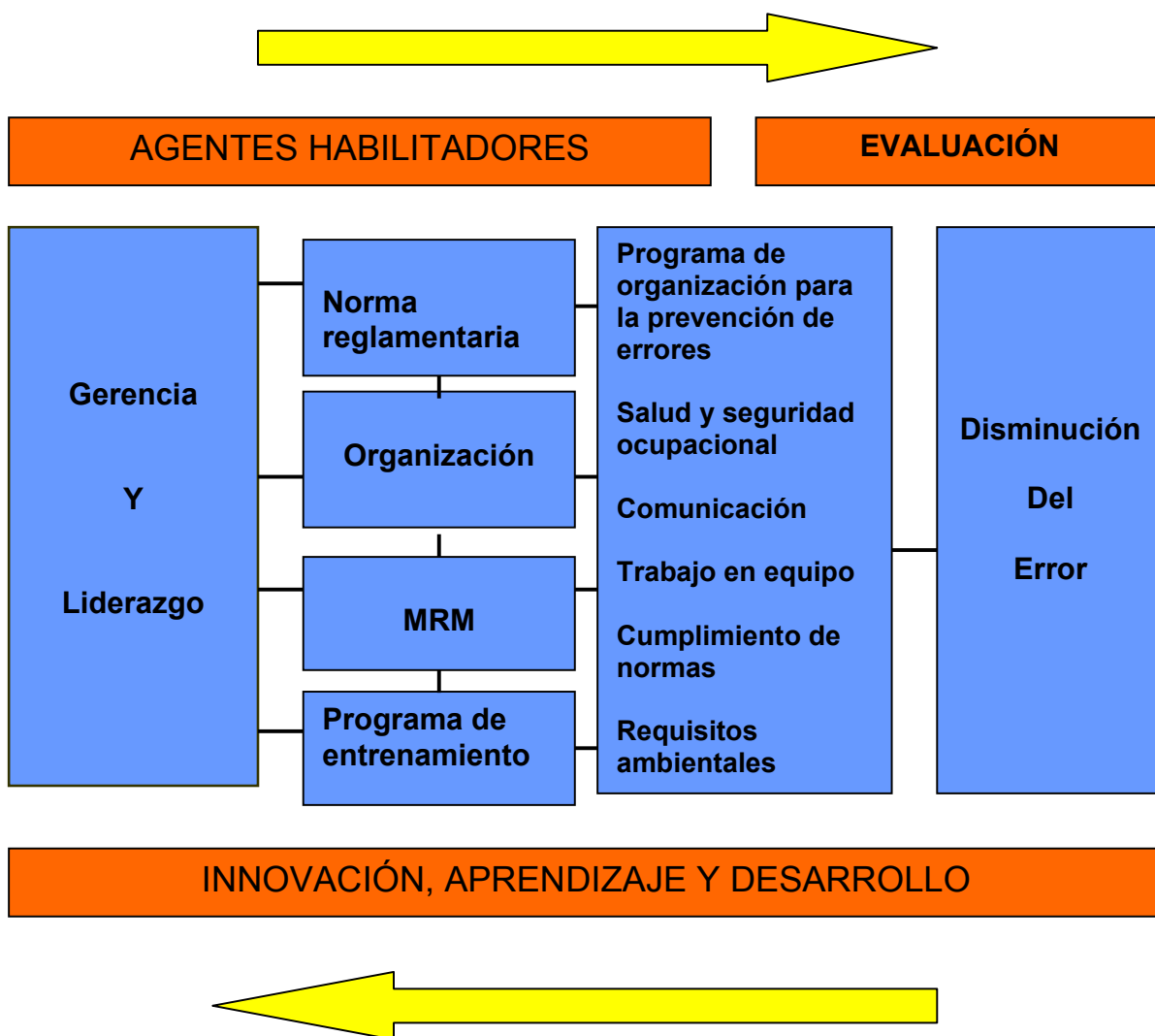


Fuente: Psicología industrial y Organizacional

4 MODELO DE GESTIÓN PARA LA PREVENCIÓN DE ERRORES

Las organizaciones de mantenimiento deben crear dentro de su estructura organizacional un modelo de gestión que prevenga los errores por factor humano en mantenimiento, con el objeto de garantizar la eficiencia y la seguridad aérea de aerolíneas, pasajeros y otros usuarios del transporte aéreo. Para ello a continuación se estableció un modelo como base a seguir (ver Figura 14).

Figura 14. Modelo de gestión para prevenir errores.



4.1 LA DIRECCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN

Las organizaciones de mantenimiento deben crear a su interior una cultura orientada hacia la seguridad. Los encargados de la gestión pueden cambiar y mejorar la cultura de empresa existente estableciendo cambios de creencias, normas, actitudes funciones y métodos sociales y técnicos que pueden llegar a tornarse riesgosos y signifique peligro. Deben fomentar dentro todos los niveles de la organización una actitud compartida de preocupación por las consecuencias de sus actos, actitud que abarcaría las respuestas materiales así como los posibles efectos sobre las personas.

Dentro de las características que definen una cultura que ofrezca seguridad dentro de la organización deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

- Procurar la seguridad como uno de los objetivos de la organización y la consideran como uno de los principales factores que contribuyen al logro de los objetivos de producción.
- Desarrollar una estructura de gestión de riesgos apropiados que establecen un equilibrio adecuado entre la gestión de producción y la gestión de riesgos.
- Hacer una cultura en materia de seguridad dentro de la organización que sea abierta, buena y sólida.
- Realizar una estructura organizacional de acuerdo al grado de complejidad, procedimientos estandarizados y toma de decisiones centralizada que es compatible con los objetivos de la organización y las características del medio ambiente circundante.
- Se debe apoyar en una responsabilidad interna más bien que en el cumplimiento de reglas par lograr los objetivos de seguridad; y
- Que respondan a las diferencias observadas en materia de seguridad con medidas a largo plazo en respuesta a las fallas latentes, así como con medidas localizadas de corto plazo en respuesta a las fallas activas.

4.1.1 Responsabilidad de la dirección. La dirección o la gerencia de mantenimiento debe actuar teniendo en cuenta los aspectos económicos de la seguridad aeronáutica. Las organizaciones más seguras son a menudo las más eficientes, las organizaciones que son seguras no permiten estas compensaciones o incompatibilidades aparentes para reducir las normas de seguridad por debajo de una norma mínima que se define de antemano y se convierte así en un objetivo de la organización.

Cuando se contempla la posibilidad de una compensación de un aspecto de seguridad por otro de producción, la dirección deberá evaluar las consecuencias financieras de la decisión. Dado que la compensación entraña un riesgo, la dirección debe considerar el costo que entraña aceptar tal riesgo, o sea cuánto costará a la organización tener un accidente.

La dirección dentro de la organización, es la que esta en mejor posición para poner en efecto la prevención de accidentes mediante la eliminación de riesgos inaceptables, en la que puede introducir cambios en organización en su estructura, cultura de empresa, políticas, procedimientos etc. Por lo tanto, los aspectos económicos de la seguridad aeronáutica y la posibilidad de producir un cambio sistémico y efectivo constituye la base que justifica la intervención de la dirección en materia de seguridad.

4.1.2 Medidas que debe adoptar la dirección.

a) Asignación de recursos. Desde la más simple de las perspectivas, la contribución más obvia de la dirección es a la gestión de la seguridad o de los riesgos y se manifiesta en la asignación de recursos adecuados y necesarios para alcanzar de manera segura los objetivos de producción de la organización.

b) Programas de seguridad y sistemas de retorno de información de seguridad. Existen otras actividades que entrañan asignación de recursos y que no son tan evidentes aunque son igualmente importantes. La más importante es la aplicación, utilización permanente y apoyo visible de un programa de seguridad de la empresa. Esos programas deberían comprender no solamente la seguridad de las operaciones de vuelo sino también la seguridad del mantenimiento, la seguridad de la plataforma, etc. El programa debería ser administrado por un funcionario de seguridad autónomo de la empresa que responda directamente al más alto nivel de dirección de la empresa. Los funcionarios de seguridad de la empresa y su personal deben actuar en calidad de gerentes de control de calidad que buscan deficiencias en la seguridad de la empresa y no la imputación de los errores individuales. Para ejercer sus cometidos, los funcionarios de seguridad necesitan información que pueden proceder de varias fuentes: verificaciones internas de la seguridad que determinan posibles peligros para la seguridad, sistemas internos de notificación de incidentes, la investigación normal de incidentes críticos así como programas de supervisión del desempeño, tanto para la empresa como para la industria.

Una fuente de información que se descuida a menudo es la participación en foros de seguridad en todo el ámbito de la industria como, por ejemplo, conferencias y reuniones de tipo seminario organizadas por asociaciones internacionales. Dotado de la información así obtenida, el funcionario de seguridad puede entonces ejecutar un programa de divulgación de informaciones críticas en materia de

seguridad para todo el personal. De esta manera el terreno para un clima de organización orientado hacia la seguridad.

4.1.3 Liderazgo. Además de los propios miembros del equipo, un supervisor de mantenimiento de línea de vanguardia en el trabajo debe interactuar con varios gerentes de nivel más alto, personal de taller, supervisores de turno / grupo y sus equipos, representantes de sindicato, personal de comisariato / apoyo terrestre. Como resultado, se debe entrenar a los supervisores no sólo en las facultades para trabajar con los que pertenezcan a sus equipos asignados, sino también para interactuar de manera efectiva con otros fuera del equipo asignado.

→ Responsabilidad de líderes. Los líderes tienen varias responsabilidades que deben cumplir para garantizar un equipo de funcionamiento correcto. La Tabla 7 a continuación presenta doce importantes responsabilidades de liderazgo.

Tabla 7. Responsabilidades del líder.

Responsabilidades del Líder	1	Supervisar y coordinar la actividad del grupo.
	2	Delegar tareas a los respectivos miembros del grupo.
	3	Definir las responsabilidades y expectativas del grupo.
	4	Concentrar la atención en aspectos críticos de la situación.
	5	Adaptarse a cambios internos y externos del medio ambiente.
	6	Mantener informado al grupo sobre lo concerniente al trabajo.
	7	Exigir al grupo información concerniente al trabajo y responder acorde a ello.
	8	Proporcionar realimentación al grupo acerca de su rendimiento.
	9	Crear y mantener una atmósfera profesional.
	10	Promover el trabajo en equipo.
	11	Manejar de manera efectiva temas de carga de trabajo /tensión.
	12	Entrenar y orientar a los subordinados para que efectúen sus tareas con aptitud.

Para concluir, el liderazgo es cómo un grupo de trabajo aplica las facultades de alineamiento como equipo a nivel individual. Estas facultades comprenden comunicación, coordinación y toma de decisiones así como conocimiento técnico. Sin embargo, a pesar de que algunos parecen haber nacido para ser líderes, las facultades de liderazgo no son innatas. Más bien, es posible entrenar a los individuos para ser líderes buenos y efectivos.

4.2 ESTRATEGIAS PARA PREVENIR LOS ERRORES EN MANTENIMIENTO.

Se deberá incluir en esta sección los procedimientos de difusión y toma de conciencia (conciencia situacional) de dichos errores de la organización o de sistema, y de las acciones correctivas y preventivas de las organizaciones de mantenimiento para corregir estas tendencias y prevenirlas.

Se debe tener presente que las acciones correctivas y preventivas que se propongan como solución a problemas de factores humanos deben estar orientadas hacia el individuo (tales como: Instrucción, iluminación, protectores de ruido, descanso, salario al día, etc.) y hacia el sistema (tales como: Mejoramiento del procedimiento, cambio en las políticas, incentivo, etc.).

4.2.1 Norma reglamentaria. Se recomienda incluir dentro del reglamento aeronáutico colombiano una norma que exija a las organizaciones de mantenimiento el cumplimiento de procedimientos para la prevención de errores por factores humanos, de acuerdo a lo recomendado en los anexos de la OACI.

La norma para exigir el cumplimiento de un programa de prevención en factores humanos en mantenimiento se establecería de la siguiente forma (ver Figura 15):

“El organismo de mantenimiento se asegurará de crear un programa de prevención de errores por factor humano en mantenimiento y que todo el personal de mantenimiento reciba instrucción inicial y continuada, apropiada para las tareas y responsabilidades que les hayan sido asignadas. En el programa de prevención establecido por el organismo de mantenimiento se incluirá la instrucción en conocimientos y habilidades relacionados con la actuación humana”.

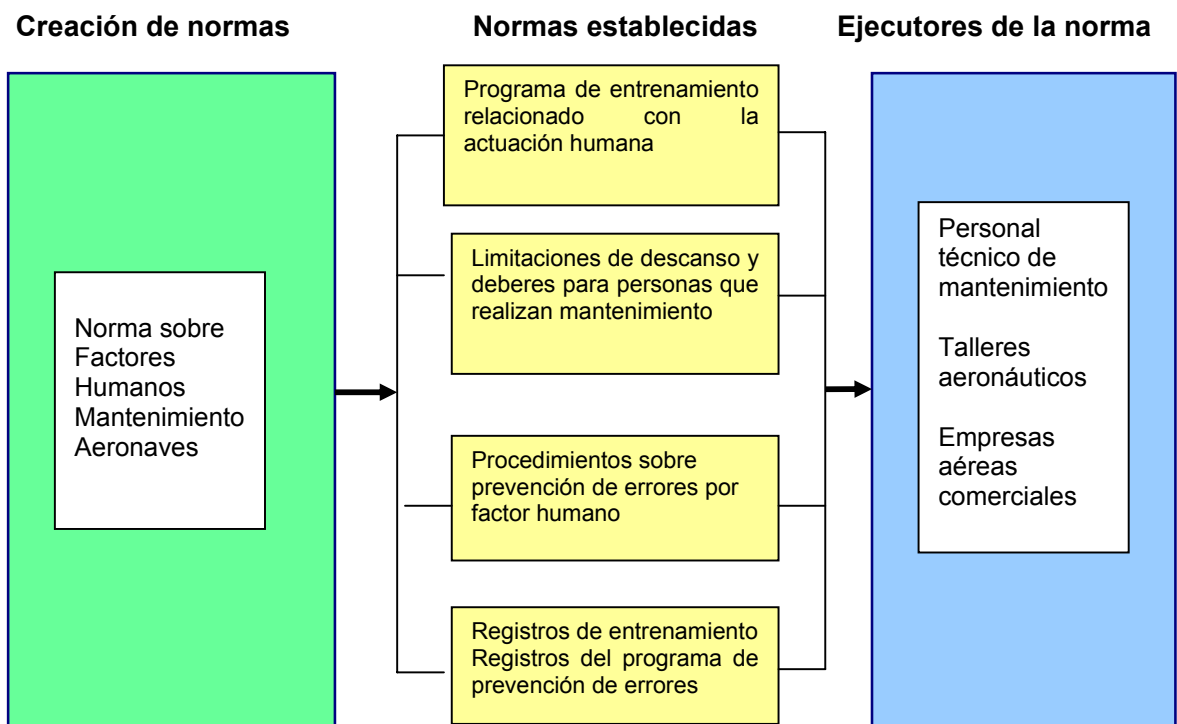
Se reglamentara el programa de Prevención de errores:

a) Toda organización de mantenimiento aeronáuticas deberá tener un programa de prevención de errores consista en un sistema de reportes del mecánico, investigación y su correspondiente análisis, además de un programa de entrenamiento, dichos programas deben ser aprobado por la UAEAC.

b) Un programa de entrenamiento debe asegurar que cada empleado del Taller de reparaciones aeronáuticas asignado para realizar mantenimiento, mantenimiento preventivo o alteraciones, así como el asignado a realizar las funciones de inspección está capacitado para realizar la tarea asignada. El programa de entrenamiento establecido por el Taller deberá incluir, para el personal de Dirección con responsabilidades, de supervisión directa, un entrenamiento en el conocimiento y destrezas relacionadas con la administración de los recursos técnicos y humanos de mantenimiento, así mismo un entrenamiento al personal responsable del sistema de calidad (auditorias).

- c) Toda organización de mantenimiento debe registrar de una manera aceptable para la UAEAC el entrenamiento de cada uno de los empleados. Los registros del entrenamiento de los empleados requeridos en el párrafo (b) de esta sección deben ser retenidos por el tiempo de permanencia de cada empleado en el Taller.
- d) Limitaciones de descanso y deberes para las personas que realizan funciones de mantenimiento en un taller.
- e) Ninguna persona puede ser asignada, ni deberá ejecutar funciones de mantenimiento en aeronaves, a menos que dicha persona haya tenido un periodo de descanso mínimo de 8 horas previas al inicio de la labor.
- f) Ninguna persona puede programar a otra para que realice funciones de mantenimiento en aeronaves por periodo mayor a 12 horas consecutivas de labor.

Figura 15. Aplicación de la norma que reglamenta el programa de prevención de errores



Los accidentes, por lo general, no se producen como consecuencia de un acontecimiento aislado o por un error individual, sino que es producto de una falla de sistema de varios eslabones del sistema aeronáutico. Las fallas en una

organización de mantenimiento deben ser consideradas en su conjunto y no en los individuos, de esta manera y con el tiempo se minimizarán los accidentes debido a errores humanos en mantenimiento.

La complejidad de los errores en mantenimiento es muy diversa. Las fallas importantes en el sistema de mantenimiento y de defensa (Modelo Reason) ocasionan una avería generalizada en el sistema de mantenimiento aún cuando fue diseñado para tolerar errores.

4.2.2 Organigrama. El organigrama de la organización de mantenimiento deberá incorporar un grupo interdisciplinario de trabajo de evaluación de factores humanos conformado por personas que conozcan y tengan experiencia en la parte técnica unido con personas en el área de psicología y medicina de aviación; cuyas funciones específicas es velar por el cumplimiento del programa de prevención de errores y las respectivas auditorías para su evaluación. Este grupo estará bajo la responsabilidad de control de calidad de la organización como se observa en la Figura 16.

Deberes y responsabilidades Una de las responsabilidades entre otras de este grupo, es velar por el cumplimiento del programa de seguridad y prevención de factores humanos al interior de la organización de mantenimiento otras funciones son:

- Llevar el registro y control de errores de mantenimiento.
- Retroalimentar el programa de entrenamiento con base en el análisis de los casos presentados.
- Llevar a cabo las auditorías de acuerdo al programa de prevención de errores.
- Adelantar las investigaciones correspondientes a los casos de errores por factor humano.
- Fomentar la cultura del factor humano en las tareas de mantenimiento.
- Llevar el análisis de riesgos.
- Ejecutar el programa de ergonomía.
- Hacer las evaluaciones de las facilidades de mantenimiento.

Figura 16. Organigrama propuesto



4.2.3 Manual de administración de recursos de mantenimiento (MRM). Se debe crear un manual, que enseñe a mejorar la comunicación, efectividad y seguridad operacional en los trabajos de mantenimiento en las aeronaves y sus componentes. Además que les dé facultades a los administradores, gerentes y personal de mantenimiento facultades que le permitan trabajar de manera segura en un sistema complejo. El MRM da pautas de afianzamiento como trabajo en equipo; enseña y refuerza la filosofía organizacional en la cual todos los miembros de la organización están orientados hacia el desempeño libre de errores.

Una de las metas de este manual es la de integrar facultades técnicas del personal de mantenimiento con las facultades interpersonales y el conocimiento básico de Factores Humanos para mejorar la efectividad de la comunicación y la seguridad operacional en las labores de mantenimiento en las aeronaves.

→ Contenido del manual. Las organizaciones de mantenimiento deberán diseñar un manual de administración de recursos de mantenimiento que cumpla con el formato e todo manual técnico o de procedimientos; es decir, debe

contener control de revisiones, lista de páginas efectivas, tabla de contenido, control de usuarios, etc. Y por lo menos deberá contener como mínimo lo que se establece en la Tabla 8.

Tabla 8. Contenido del manual de recursos de mantenimiento.

CAPITULO	NOMBRE	CONTENIDO
1	Generalidades	→ Introducción → Objetivos y política
2	Definiciones	→ Definiciones y Términos → Siglas
3	Deberes y Responsabilidades	→ Deberes y responsabilidades → Funciones
4	Teoría de Factores Humanos	→ El error humano → Modelos de análisis → Accidentes de aviación
5	Factores humanos en el mantenimiento	→ Problemas de mantenimiento en la organización → Tipos de errores de mantenimiento → Clasificación de los errores → El costo financiero del error → Implicación de los errores → Prevención y manejo del error
6	Factores que contribuyen al error	→ Organizaciones → Ambientales → Individuales → Supervisión
7	Riesgos en el lugar de trabajo	→ El riesgo → Reconocer y evitar riesgos → Percepción del riesgo → Manejo de emergencia
8	Seguridad Industrial y Salud Ocupacional	→ Normas básicas → Control de emergencia → Programas de salud ocupacional

4.2.4 Programa de entrenamiento. Implementar un programa de entrenamiento parece a la vez simple y complicado. Por otra parte, todos los días se implementa programas de entrenamiento; los lineamientos descritos anteriormente muestran que la implementación correcta está conformada por una variedad de tareas y subtareas, cada una de ellas construyéndose encima de la otra. Sin embargo, al

desglosarse en sus partes básicas de desarrollo, implementación y evaluación, el entrenamiento no es complicado. Sólo demanda la capacidad de manejar varias tareas, combinando eso con la facultad de percibir estas tareas como un todo. Tener en cuenta cómo se evaluará el entrenamiento en el futuro ayudará en el diseño inicial del programa.

Sin embargo, la gran idea no se detiene, aquí. El programa de entrenamiento representa un cambio de pensamiento acerca de cómo se hace el trabajo. Alienta a los individuos a sentirse personalmente responsables por la seguridad operacional y proporciona las herramientas para que comiencen a emprender ese camino. Para ese efecto, se debe tener un enfoque integral al desarrollar e implementar un programa de entrenamiento. No debe ser hecho con poco entusiasmo con materiales sobrantes y recursos insuficientes. Esto demuestra poco compromiso y no inspira a los técnicos a abrazar una cultura de seguridad operacional. La efectividad del programa no radica necesariamente en un programa de entrenamiento; el programa de entrenamiento sólo proporciona las herramientas del MRM. Para que el MRM sea plenamente efectivo, se debe recomendar a los empleados utilizar estas herramientas, creer que pueden utilizar dichas herramientas y se les debe demostrar que dichas herramientas hacen la diferencia. Ésta es la filosofía básica del MRM.

4.3 PROGRAMA DE LA ORGANIZACIÓN PARA LA PREVENCIÓN DE ERRORES

4.3.1 Procedimiento de registro de errores en el Mantenimiento. Se debe enfocar los factores humanos como cualquier otra iniciativa que afecta a las prácticas fundamentales de trabajo tal como los sistemas de calidad.

Una manera de introducir los factores humanos en la organización es creando un sistema que identifique las áreas problema como un tema o tarea específica y aislada. Una vez identificada cada nueva área problema por cualquier medio, será analizado y resuelto por un equipo (entrenado en factores humanos) juntado para ese fin. Se debe tener presente que cualquier metodología que se implemente para resolver problemas sobre factores humanos es beneficioso para el sistema de mantenimiento.

Cada organización de mantenimiento deberá desarrollar en esta Sección los formatos, procedimientos y la descripción de las tareas programadas para la captura de la información de errores de mantenimiento típicos de la organización o de sistema (explotador o Taller aeronáutico) que provocan incidentes de mantenimiento, son potenciales de un incidente/accidente o son fallas latentes. Se recomienda utilizar la metodología desarrollada por Boeing, a través del "Maintenance Error Decision Aid" (MEDA), haciendo uso del formato que hemos adecuado a nuestra realidad y que se encuentra en el Anexo 1 de esta

monografía, con la cual conseguiremos información de lo que está pasando (el incidente), por qué (factores que contribuyen al error humano en mantenimiento) e identificar los sistemas de defensa que fallaron para prevenir el error.

4.3.2 Programa de factores humanos en los trabajos de mantenimiento. Una clave elemental del programa de factores humanos es un sistema en donde los problemas o los problemas potenciales pueden ser reportados y tratados. Muchas organizaciones ya tienen algún sistema de reportes para asuntos técnicos o para discrepancias pero esto necesita ser expandido o es necesario poner sistemas adicionales para permitir el reporte de errores humanos, ambigüedades con procedimientos, falta de compatibilidad entre práctica requerida y real etc.

Esta sección hace referencia a los esquemas de reporte interno de las compañías que pueden o no existir, para asegurar que haya un mecanismo para que todos los problemas relacionados con la seguridad sean reportados, registrados, investigados, analizados y se tomen las acciones más apropiadas. (Ver Figura 17).

El requerimiento es para que una organización le dé lugar a un esquema interno de reporte de caso, para que sea habilitado el ordenamiento de reporte de casos, incluyendo la evaluación y extracción de información relevante para identificar tendencias adversas o para dirigir deficiencias hacia los intereses de seguridad. Este sistema debe incluir la evaluación de información conocida y relevante relacionada con casos y con la promulgación de dicha información.

a) Elementos claves para el establecimiento de un esquema de manejo de casos internos. Un esquema de manejo de casos puede contener los siguientes elementos:

- Propósitos y objetivos claramente identificados.
- Compromiso colectivo demostrable con responsabilidades claramente definidas para el esquema de manejo de casos.
- Incentivo colectivo para libertad de reporte y participación del personal
- Políticas disciplinarias y publicación e identificación de límites.
- Un proceso de investigación de caso.
- Acontecimientos que causarán investigaciones sobre el error que han sido identificadas y publicadas.

- Investigadores seleccionados y entrenados.
- Enseñanza del esquema de manejo de casos al personal y entrenamiento, si es necesario.
- Acciones apropiadas basadas en hallazgos de investigaciones.
- Retroalimentación de los resultados para los trabajadores.
- Análisis de la recolección de datos para mostrar las tendencias y frecuencias de contribución de factores.

Figura 17. Programas de la organización para el manejo de errores



El propósito del esquema es identificar los factores que contribuyen a los incidentes y hacer un sistema resistente para errores similares. Mientras no sea esencial el éxito de un esquema de manejo de casos, se recomienda que en las grandes organizaciones se implemente una base de datos computarizada para el almacenamiento de análisis e información de casos. Esto ayudará a habilitar el potencial completo de dicho sistema para que sea utilizado en el manejo de errores.

Los siguientes elementos de un esquema de manejo de caso serán cubiertos en más detalle en este capítulo:

- Un sistema de manejo de caso debe habilitar e incentivar el reporte libre y franco de cualquier caso relacionado con seguridad potencial. Esto se facilitará con el establecimiento de una cultura justa. Una organización debe asegurar que el personal no sea castigado de forma inapropiada por reportar o cooperar con las investigaciones de casos.
 - Se debe tener disponible un mecanismo para el reporte de dichos casos.
 - Se debe tener disponible un mecanismo para registrar dichos casos.
 - Se deben investigar los casos significativos para determinar factores casuales y contributivos. Por ejemplo, por qué ocurrió el incidente.
 - El proceso de manejo de caso debe facilitar el análisis de datos para que se puedan identificar patrones de factores casuales y contributivos y tendencias fuera de tiempo.
 - El proceso debe ser cerrado para asegurar que se tomen acciones de dirección de riesgos de seguridad tanto en el caso de accidentes individuales como también en el caso de términos más globales.
 - Es importante suministrar retroalimentación a quienes reportan, tanto en casos individuales como en casos más generales, para asegurar su aporte continuo para el esquema.
 - El proceso debe habilitar el compartimiento de datos, mientras se asegure la confidencialidad de información sensible.
- b) Práctica del código de cultura justa. Se debe crear dentro de las organizaciones para que adopten el siguiente código de práctica para establecer una cultura justa e incentivar el reporte de casos.

Cuando un caso reportado indica un lapso no premeditado o inadvertido de un empleado, como se describe a continuación, se esperaría que la organización de mantenimiento actúe razonablemente, acordando que un reporte libre y completo es el propósito primordial para establecer por qué ocurrió el acontecimiento, haciendo un estudio de los factores que contribuyeron al incidente y que se debe hacer todo el esfuerzo para evitar acciones que puedan inhibir el reporte.

Se reconoce que mientras la mayoría de las acciones no deben incurrir en acciones correctivas o punitivas, habrá algunas situaciones en las que dichas acciones sean necesarias. Una regla primordial es usar el “examen de sustitución” en donde si, bajo circunstancias similares, otra persona que tiene entrenamiento y experiencia similar probablemente ha cometido el mismo error, entonces la acción punitiva es generalmente inapropiada. Cada organización debe establecer un código de práctica y publicarlo a los empleados.

c) Procesos para reporte casos. Los incidentes, casos, errores y riesgos potenciales de seguridad deben ser identificados como los resultados de un acontecimiento o por un reporte presentado por un miembro del personal. Por ejemplo, el reporte de un error cometido por ellos mismos o por un colega que fue detectado a tiempo y no resultó en un acontecimiento (ver Figura 18).

El mecanismo de reporte debe ser hecho lo más sencillo posible para las personas reportadas, exigiendo tanta información clave como sea necesaria mientras no se ponga una carga indebida sobre los reportados para que entreguen demasiados detalles. Evite solicitar información innecesaria. Evite la duplicación innecesaria de formatos. El mecanismo de reporte debe ser lo más flexible posible para incentivar a los empleados a que reporten (ya sea por medio de un carta de redacción libre, formatos estructurados, por computador, por correo electrónico, telefónicamente, cara a cara, etc.) mientras se toman en cuenta los requisitos de aquellos que puedan necesitar investigar el incidente o analizar los datos. Será inevitablemente necesario que haya un compromiso.

Es probable que un mecanismo de reporte ya se haya por escrito total o parcialmente por los requerimientos existentes obligatorios para reportar o por un esquema de reporte implementado en la organización. Una organización puede querer utilizar esto para todos los reportes o puede querer tener un esquema separado de reporte para errores de mantenimiento.

El reporte debe ser confidencial pero no anónimo, ya que puede ser necesario contactar al que se reporta para obtener más información acerca del caso.

d) Procesos para registro de casos. Hay numerosos procesos y herramientas existentes para llevar a cabo el registro de datos de casos. Estos generalmente

incluyen alguna forma de esquema de taxonomía o de clasificación, tales como que la información debe ser registrada en una estructura moderna. Este rango de procesos desde donde solo se registran datos como fechas, localización, etc., dejando el resto de datos en el formato de texto libre, hasta los procesos en los que hay muchas categorías específicas y palabras clave, con todos los datos clasificados de acuerdo con una rígida estructura.

El esquema más comúnmente usado para el registro de casos relacionados con el mantenimiento puede ser el MEDA (ver Apéndice 1). Cuando se elige un proceso las organizaciones deben tener en cuenta factores tales como:

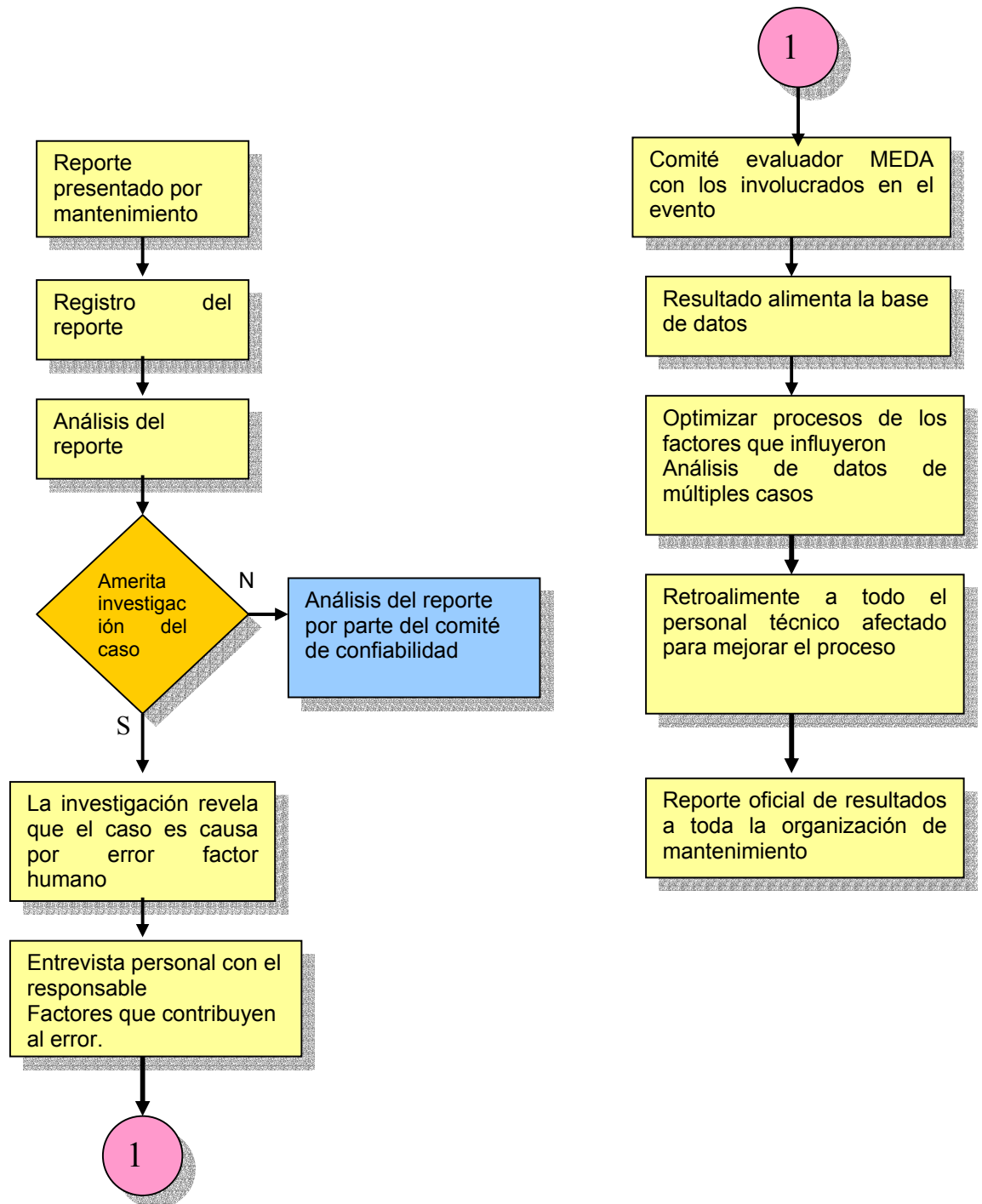
- ¿Se requiere un proceso general que sea apropiado para el registro de casos?
- ¿Qué nivel de registro de detalles es necesario?
- ¿Es necesaria la compatibilidad con cualquier otro esquema?
- Análisis de necesidades. Lo que se quiere obtener puede dictar como se codifica la información en primer lugar.
- Uniones con procesos de otras compañías; por ejemplo, el monitoreo de salud y seguridad, calidad, aseguramiento, etc.
- Productos y herramientas existentes y sus costos.

El primer criterio para la selección de un proceso de registro de caso debería ser siempre la habilitación de una organización para entender mejor los riesgos de seguridad para poder controlar mejor los riesgos.

e) Investigación de casos. El esquema de reporte debe incentivar a los que reportan para que traten de identificar las causas y los factores que contribuyen pero será necesaria la investigación adicional en algunos casos. Idealmente, todos aquellos casos de los cuales la causa o los factores que contribuyen no son conocidos, deben ser investigados. Sin embargo esto puede ser un recurso muy intensivo por lo cual una organización debería establecer ciertos criterios usualmente relacionados con la importancia del incidente para determinar que casos serán investigados.

Los procesos de investigación pueden variar considerablemente con profundidad y naturaleza. Las organizaciones de mantenimiento de aviones son incentivadas para adoptar el proceso de investigación del MEDA como un modelo ya que éste es el proceso más ampliamente usado en la industria del mantenimiento.

Figura18. Proceso para reporte y análisis de casos



→ Análisis de datos. El análisis de los datos de los casos se incentiva para identificar mejor los patrones de los factores casuales o contributivos y para determinar tendencias fuera de tiempo. Este proceso puede ser ampliamente asistido por una base de datos electrónica.

→ Manejo de riesgos identificados. Una vez que los riesgos son identificados (incluyendo riesgos potenciales y reales), se debe hacer una evaluación arriesgada de las causas y de los factores contributivos y se debe tomar una decisión donde una acción así lo requiera. La acción debe tener una forma de cambio (para un procedimiento, un asunto de una notificación, acciones del personal, etc.) o meramente monitorear la situación para determinar qué riesgo debe ser controlado. Los cambios se deben dirigir hacia la raíz de las causas de los riesgos y a la detección de problemas antes de que ellos puedan poner en peligro la seguridad de vuelo. Acciones que sean inapropiadas para las causas del problema (por ejemplo, “culpabilidad y entrenamiento”) pueden resultar en el sistema de reporte de casos perdiendo credibilidad dentro del personal. El proceso de manejo de caso podría ser cerrado para asegurar que las acciones sean identificadas y llevadas a cabo.

Un sistema de manejo de caso debería registrar acciones tomadas con respecto a casos previos para que los directores puedan mirar la efectividad de las acciones correctivas en el evento en el que un caso se repita. Una acción alternativa puede ser apropiada, si la acción correctiva no ha sido previamente efectiva.

f) Retroalimentación. Se debe dar retroalimentación al personal y a quienes fueron reportados para incentivar reportes en un futuro. Una revista puede ser una forma efectiva de suministrar retroalimentación al personal en general aunque se necesita tener cuidado de no romper la confidencialidad y no dejar de identificar casos. La retroalimentación más efectiva es aquella que muestra que algo se ha cambiado para el mejoramiento de un resultado de un reporte de caso o investigación.

g) Comunicación de los resultados. La información debe ser promulgada efectivamente a aquellos individuos y organizaciones que podrían tener la necesidad de reaccionar ante los resultados, incluyendo los propios empleados, el personal contratado, las organizaciones subcontratadas, los operadores, los proveedores, los fabricantes y los reguladores. Las organizaciones se estimulan para que compartan los resultados de la aparición de casos con otras organizaciones encargadas del mantenimiento. Sin embargo, se observa que una base de datos con información de casos puede ser sensible a la organización afectada y puede requerir ser irreconocida antes de que se comparta con otras organizaciones.

La comunicación de la información se puede llevar a cabo en una base formal o informal, y puede oscilar entre discusiones regulares entre organizaciones que traten sobre problemas comunes hasta preparativos de intercambio de datos electrónicos, por los cuales todas las organizaciones que han convenido en intercambiar datos pueden mirar la base de datos del otro (usualmente en un nivel en el que los detalles confidenciales no son reconocidos).

h) Aplicación de acuerdo al tamaño de la organización. Mientras que todos los principios descritos arriba son aplicables a todas las organizaciones de mantenimiento aprobadas, se reconoce que los mecanismos que permiten que estos principios se pongan en práctica pueden diferir en términos de conveniencia para los tamaños de las diferentes organizaciones. Por ejemplo, sería apropiado que las grandes organizaciones tuvieran una base de datos computarizada, pero esto no sería necesario para una organización de mantenimiento pequeña. Lo importante es asegurar que las ocurrencias se reporten, se investiguen, se identifiquen los riesgos y se tomen acciones para controlar esos riesgos; la forma como se cumpla esto puede variar de una organización a otra.

4.4 SALUD Y SEGURIDAD OPERACIONAL

4.4.1 El programa de la auditoria ergonómica. Este programa de auditoria ergonómica es una herramienta que puede usarse para llevar a cabo una evaluación ergonómica en el mantenimiento u funcionamiento de la inspección también puede usarse para guiar a los ingenieros de mantenimiento para construir procedimientos y sistemas ergonómicamente eficaces.

Este programa simplemente utiliza y aplica principios ergonómicos para evaluar las tareas de mantenimiento propuestas.

La descripción de la auditoria involucra actividades y análisis de tareas de mantenimiento realizada por los técnicos, e involucra una recolección de datos, ver Tabla 9, análisis, almacenamiento de datos y la presentación de resultados. Los datos deben ser reunidos a través de una serie de observaciones y lecturas; y se analizan basados en pautas y normas establecidas, el análisis es presentado al usuario de acuerdo a un formato conveniente y útil. Todo este proceso puede realizarse a través de un procedimiento establecido en el MRM o un método sistematizado a través de un software.

Tabla 9. Recolección de información

Fases recolección de datos			
Grupo factores humanos	Fase de pre-mantenimiento	Fase de mantenimiento	Fase de post-mantenimiento
Trabajo del grupo de factores humanos	Fase de pre-mantenimiento	Fase de mantenimiento	Fase de post-mantenimiento
Requerimientos de información	1 Preparación de Documentación 2 Comunicación	6 Documentación 7 Comunicación	23 Resultados
Medio ambiente	3 Características visuales	8 Iluminación 9 Características térmicas 10 Percepción del técnico 11 Auditoria de facilidades	
Equipos y herramientas	4 Diseño de equipos 5 Manejo de los equipos	12 Disponibilidad de equipos 13 Disponibilidad de manejo	
Actividad física / Medios de trabajo		14 Herramientas 15 Esfuerzo físico 16 Manuales de manejo de materiales 17 Vibración 18 Movimiento repetitivo 19 Acceso 20 Postura 21 Seguridad 22 Materiales peligrosos	

La recolección de estos datos puede ser a través de una computadora portátil, o de un formato o lista de chequeo. Esta recolección de datos se clasifica en tres fases:

- Pre-mantenimiento (ver Figura 19.)
- Mantenimiento (ver Figura 20.)
- Post-mantenimiento (ver Figura 21.)

Para la recolección de los datos se hará una descripción breve de cada lista de control que se utiliza en cada fase.

Figura 19. Fase de pre-mantenimiento

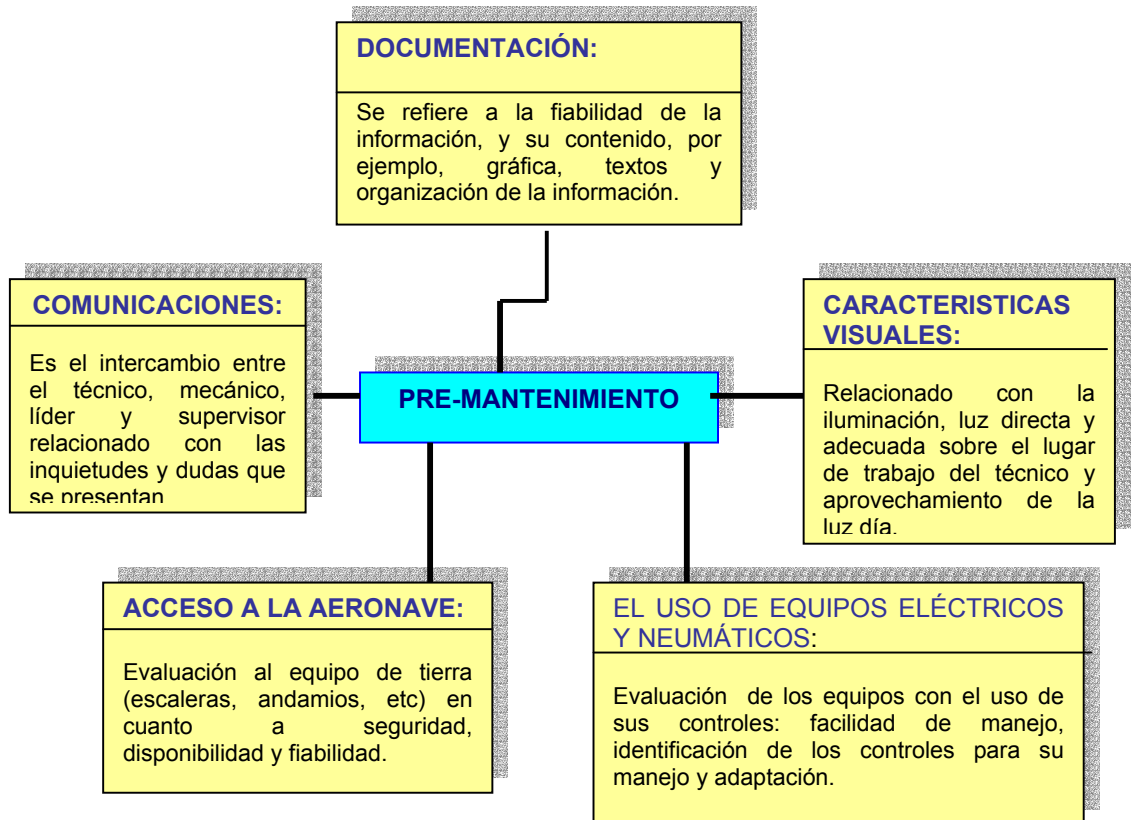


Figura 20. Fase de mantenimiento

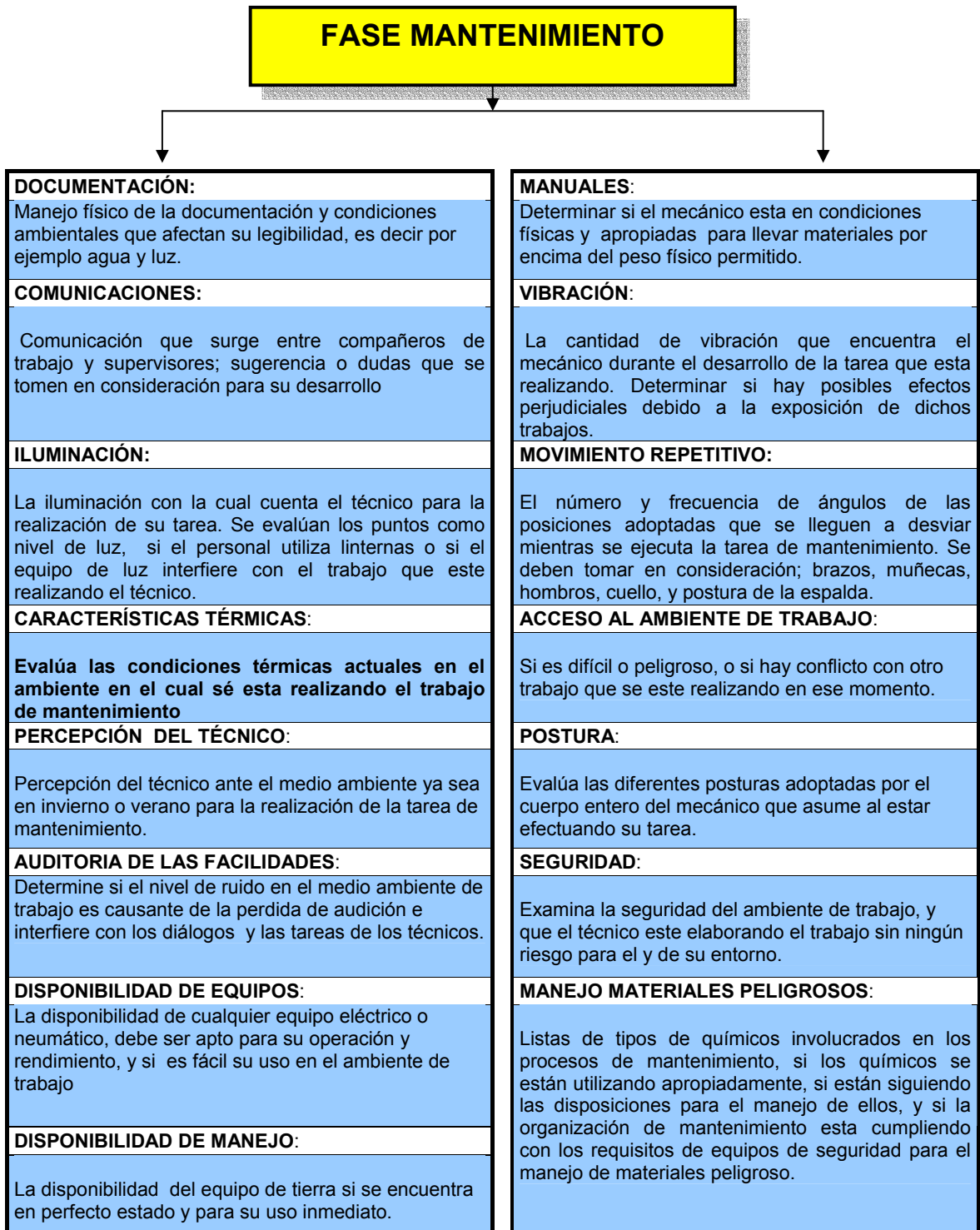
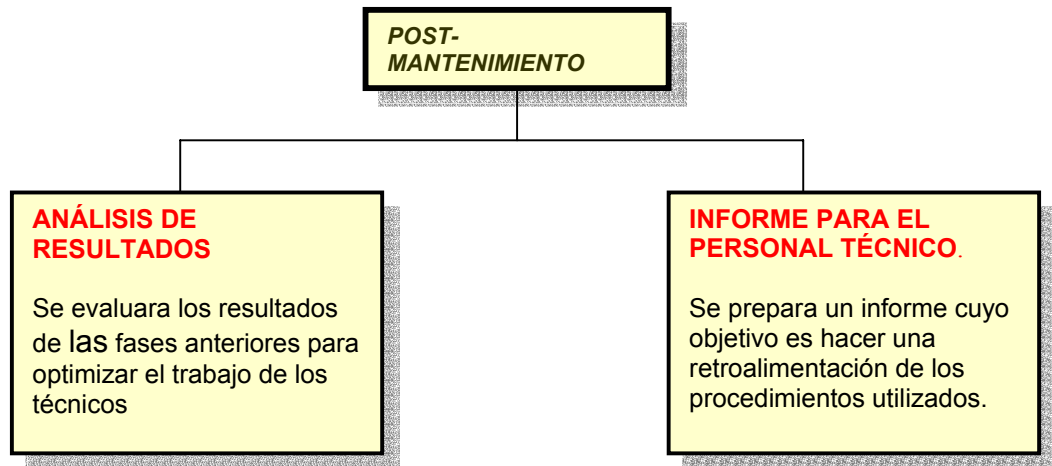


Figura 21. Fase post- mantenimiento



4.4.2 Complacencia. Se define la complacencia como la satisfacción con una situación a tal punto que se suscita la degradación de la vigilancia. Para aclarar la idea, una persona complaciente no presta atención al realizar una tarea. Esto, a su vez, suele ocasionar error o desviaciones de los procedimientos operativos estándar. La complacencia la complementan varios factores, pero los tres principales son:

- Fatiga.
- Demasiadas cosas que suceden al mismo tiempo.
- Muy pocas cosas suceden.

La carga de trabajo mental también afecta la capacidad de alguien para prestar atención. Primero, una persona posee recursos mentales limitados. Si demasiadas cosas suceden al mismo tiempo, dicha persona tiene que desviar su atención de una tarea a otro. Esta situación ocasiona menor atención y/o propósito selectivo.

Al mismo tiempo, una persona puede tener que hacer muy poco. Una situación puede parecer aburrida, con poca actividad. O una tarea puede parecer rutinaria, que una persona la ha hecho cientos de veces. Estas situaciones suelen ocasionar la complacencia.

4.4.3 Fatiga. La fatiga degrada la capacidad de una persona para trabajar de manera efectiva. Una causa de la fatiga es la privación del sueño. Algunos de los efectos de la privación del sueño son tiempos de reducción reducida, memoria discapacitada de corto plazo, menor vigilancia, menor motivación, mayor irritabilidad y un incremento en la cantidad de errores cometidos, entre otros. No actuar con base a estímulos, incluso los peligros, constituye también un resultado común de la fatiga.

La privación del sueño no es la única causa de la fatiga. El tiempo en servicio y el tiempo que se lleva despierto son los criterios comunes que los investigadores usan para determinar si la fatiga puede ser un factor en el trabajo. Los factores medio ambientales, tales como temperaturas extremas, ruido, vibración y dificultad en las tareas también pueden provocar fatiga.

4.5 FACULTADES DE COMUNICACIÓN

La comunicación sigue siendo la columna vertebral en las organizaciones de mantenimiento y en particular dentro del cumplimiento de los procesos de mantenimiento de aeronaves, pero los aspectos específicos de comunicación son diferentes en cada ambiente laboral. Tanto mecánicos como jefes de grupo, supervisores e inspectores deben poseer el conocimiento y las facultades para comunicarse de manera efectiva. Una falta de comunicación apropiada puede tener una o todas las siguientes consecuencias no deseadas:

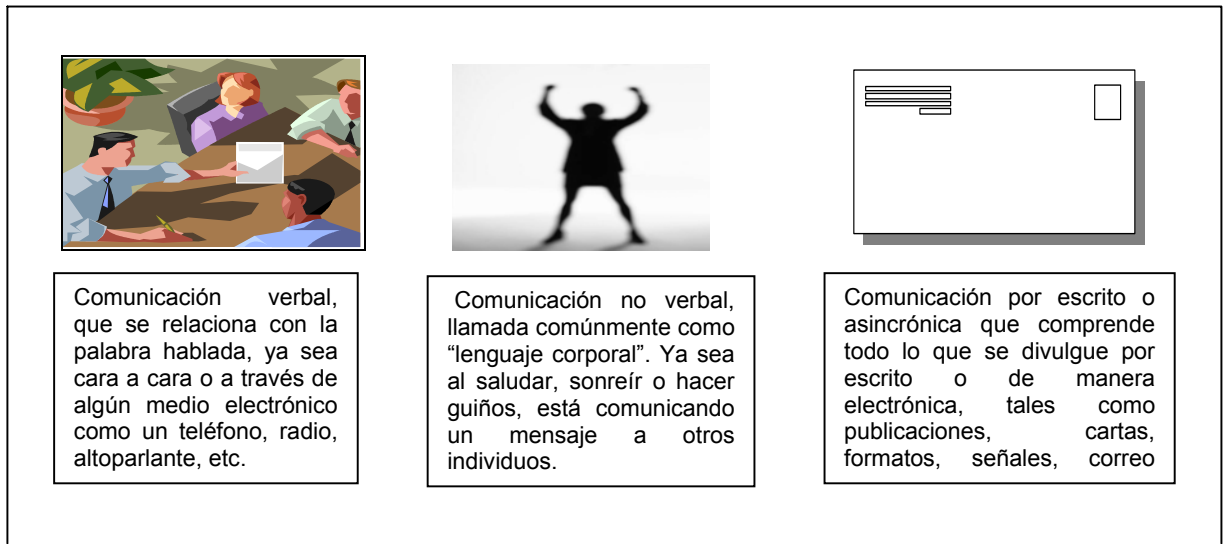
- Se puede reducir la calidad del trabajo y el rendimiento.
- Se puede desperdiciar tiempo y dinero al suscitarse errores por no comunicar información importante e interpretar mensajes de manera incorrecta.
- La comunicación incorrecta puede ocasionar frustración y altos niveles de tensión.

Las personas se comunican de muchas maneras diferentes; sin embargo, se considera tres grandes formas de comunicación como se puede apreciar en la Figura 22.

La mayoría de personas asocian la comunicación con comunicación verbal. Para el personal de mantenimiento, la comunicación abarca mucho más que interacción verbal entre los miembros del equipo. La comunicación no sólo comprende la interacción cara a cara, sino también el trámite burocrático como tarjetas de mantenimiento, documentos de procedimientos, órdenes de trabajo y bitácoras. Además, debido a que el mantenimiento constituye un proceso constante, independientemente de cada equipo, la comunicación entre los miembros del equipo; sobre todo, entre turnos es extremadamente importante. De

esta manera, se utiliza la comunicación asincrónica (comunicación en la cual existe una demora en el tiempo entre respuestas) con una frecuencia mayor que la comunicación sincrónica en tiempo real.

Figura 22. Formas de comunicación



La comunicación asincrónica es tipificada por un conjunto único de características, tales como la falta de rastros de comunicación no verbal (Ej. Lenguaje corporal, inflexión verbal, etc.) Un ejemplo de comunicación asincrónica en el trabajo en el hangar sería un mensaje de correo electrónico enviado por el supervisor diurno al supervisor nocturno. Otros ejemplos comprenden memos dejados entre turnos o pasados entre un taller y el hangar.

Depender de la comunicación asincrónica afecta la capacidad de un organización para adaptarse rápidamente a las situaciones cambiantes. La misma definición de comunicación asincrónica implica que existe un retraso de tiempo entre las partes. De esta manera, la comunicación también afecta a los factores tales como toma de decisiones, trabajo en equipo (e interdependencia) y la capacidad de liderazgo.

Para promover la comunicación sincrónica y constructiva, también suele contemplarse técnicas de realimentación de desempeño entre colegas en el entrenamiento de MRM, por lo general, en el entrenamiento sobre relaciones interpersonales. Enseñar comportamientos constructivos y específicos que pueden ser útiles en situaciones comunes puede ser aún beneficioso. El MRM también puede tratar este entrenamiento específico con ejemplos de la envergadura de cómo manejar a un empleado y/o supervisor problemático así como al manejo o solución de conflictos. Se puede adaptar el contenido específico de cada módulo

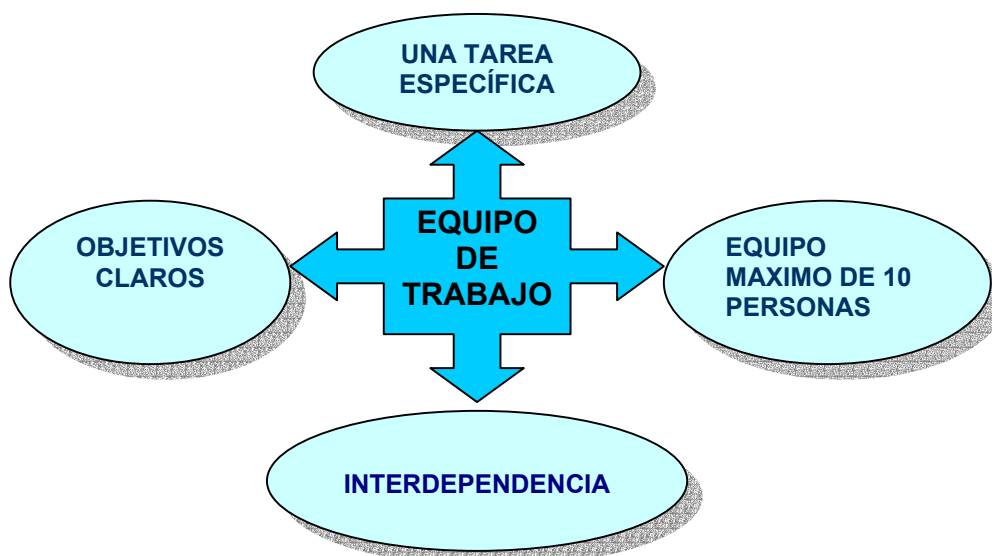
de entrenamiento de MRM para que se ajuste a una organización en particular, sin embargo, el MRM estaría incompleto si se omite el entrenamiento de “facultades personales”.

4.6 FACULTADES DE TRABAJO EN EQUIPO

Las facultades de afianzamiento como equipo y la coordinación constituyen una parte vital del concepto de la gestión de mantenimiento. La competencia de facultades de afianzamiento como equipo tiende a ser independiente de la competencia en facultad técnica; no obstante, ambas facultades son igualmente importantes para lograr la meta final. Lamentablemente, es muy raro que las organizaciones dediquen tiempo y recursos para enseñar formalmente estas facultades de afianzamiento como equipo. El entrenamiento de MRM proporciona a las organizaciones de mantenimiento el vehículo para lograr esto. La discusión acerca de los equipos de personas ha sido deductiva hasta este momento. La presente sección discute de manera específica acerca de los equipos de personas. De esta manera, se puede entender con más precisión conceptos como comportamiento entre equipos de personas y entre miembros de éstos.

Ciertas calidades diferencian un equipo de personas de un grupo de personas. Entre éstas, se encuentran el tamaño de éstos, una meta común y la interdependencia (ver Figura 23).

Figura 23. Trabajo en equipo



a) El tamaño del equipo es un asunto importante en cuanto a la constitución de un equipo. De manera evidente, los equipos se componen de más de una persona. El hecho de añadir más personas no significa necesariamente un incremento en el rendimiento del equipo. Que en equipo tenga más miembros incrementa la necesidad de que todos los miembros del equipo inviertan más tiempo y recursos para coordinar las actividades del equipo orientadas a alcanzar sus metas. Un equipo con muchos miembros puede fracturarse y crear subgrupos o camarillas que posean metas diferentes de la meta principal del equipo o, incluso, sean opuestas a ésta. En ese sentido, la rentabilidad del rendimiento se reduce en forma radical al añadir más personas. Para cualquier tarea en particular, existe una cantidad óptima de personas que pueden realizar el trabajo; mayor o menor cantidad de personas genera una pérdida en el rendimiento. A pesar de que la cantidad óptima depende de la tarea del equipo, la pérdida en el proceso pasa a ser significativa con más de 10 miembros.

b) Un equipo trabaja en conjunto para lograr un objetivo o meta única. Dicha meta podría ser un cambio de motor o efectuar un chequeo de mantenimiento mayor. Se debe entender que, igual que reparar un avión consta de varios pasos, la meta decisiva de un equipo también se compone de submetas. Se debe realizar toda submeta para alcanzar la meta principal del equipo.

c) Una cualidad final que es para definir un equipo es la interdependencia. Se define la interdependencia como una situación de equipo en la cual los miembros dependen uno del otro para concluir el trabajo final. Una actividad que puede ser realizada por una sola persona sin tener que depender de otros no es altamente interdependiente. Por ejemplo, aún cuando un grupo de personal de mantenimiento pueda cargar combustible a un avión más rápido que un solo individuo, si cada individuo abandonara la recarga en el tiempo, la persona que se dejó podría aún finalizar la tarea.

d) Tomados en conjunto, se define un equipo como un grupo de individuos interdependientes que trabajan para efectuar una tarea específica. La cantidad de interdependencia demostrada por los miembros del equipo puede variar al efectuar sus propias tareas individuales. Por ejemplo, un equipo de mantenimiento que lava un avión depende de cada miembro de equipo para contribuir a su tarea individual. Sin embargo, cada miembro depende del otro para lograr su meta final (realizar el lavado). Esto se conoce como labor adicional; es decir "cada miembro de equipo añade su trabajo a la tarea a la mano. Por otra parte, un equipo de mantenimiento que cambia un tren de aterrizaje principal tiene una mayor cantidad de interdependencia entre los miembros del equipo para culminar la tarea. Las características fundamentales de un equipo son:

- Un equipo es un grupo de individuos interdependientes que trabajan juntos para efectuar una tarea específica.
- Todos los miembros del equipo dependen del conocimiento, facultades y habilidades del otro para culminar el trabajo final. La cantidad de interdependencia entre los miembros del equipo puede variar de un equipo a otro.

e) Este análisis de equipos y trabajo en equipo brinda una idea más clara de la composición de un equipo de mantenimiento. A pesar que los equipos suelen estar compuestos por miembros en el mismo lugar al mismo tiempo, éste no puede ser siempre el caso. Por ejemplo, considerar a un equipo que efectúa un chequeo de mantenimiento mayor en un hangar. Debido a que cada miembro del equipo trabaja en partes separadas de la aeronave, están separadas tanto en lugar como a veces en el tiempo. Sin embargo, al ser analizada en términos de la meta decisiva (finalización del chequeo) y su interdependencia (cada miembro puede tener facultades de mantenimiento únicas, tales como facultades respecto a la aeronave y sus sistemas, planta propulsora o aviónica, etc.

f) Los equipos poseen ciertas características que los hacen efectivos. La Tabla 10. señala diez características importantes de un equipo efectivo.

Con frecuencia, las operaciones de mantenimiento se caracterizan por equipos grandes, que trabajan en tareas disímiles, dispersas por todo el hangar. Como resultado, las operaciones de mantenimiento dependen en sumo grado de la comunicación asincrónica. Debido a que los miembros del equipo están dispersos, existe un retraso entre las solicitudes y respuestas entre los miembros del equipo. Como resultado de esta dependencia de la comunicación asincrónica, el equipo se adapta muy lentamente a los cambios en su medio ambiente.

Como consecuencia, al ser los equipos cada vez más interdependientes, se debe contar con más medios de comunicaciones y más procedimientos estandarizados. Además, una tarea de mantenimiento pueden demandar varios equipos (hangar, taller, administración) cada uno con sus propias responsabilidades. Por lo tanto, el MRM debe hacer énfasis sobre las facultades entre equipos (entre grupos de personas) así como las facultades entre los miembros del equipo (dentro del grupo).

Tabla 10. Trabajo en equipo efectivo

TRABAJO EN EQUIPO EFECTIVO	DIEZ CARACTERÍSTICAS DE UN EQUIPO EFECTIVO	1	Un propósito claro	El equipo posee un propósito claro que es aceptado por todos los miembros
		2	Interacción relajada	El equipo esta relajado y es informal, sin tensiones obvias entre los miembros
		3	Participación	Existe mucha discusión entre los miembros y todos participan en las decisiones y/o actividades.
		4	Capacidad para escuchar	Cada miembro del equipo escucha activamente al otro.
		5	Desacuerdo	Los miembros del equipo sienten la confianza suficiente para estar en desacuerdo entre sí si la situación así lo exigiese
		6	Apertura	Existe comunicación plena y abierta sin temas ocultos
		7	Claras expectativas	Existen claras expectativas sobre el rol de cada uno en el equipo, asimismo, se distribuyen las tareas en forma equitativa entre los miembros del equipo
		8	Liderazgo compartido	A pesar de que puede haber un líder de equipo formal, cada miembro del equipo puede compartir responsabilidades de liderazgo de vez en cuando si la situación así lo requiere.
		9	Relaciones con los otros	El equipo mantiene credibilidad y buenas relaciones con otras personas que puedan estar fuera del equipo formal pero quienes aún podrían afectar su funcionamiento.
		10	Mantenimiento del equipo	Los miembros del equipo no sólo tienen como objetivo su meta inicial sino que pasan tiempo reconociendo y manteniendo las funciones del equipo mismo.

4.7 CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS

Un efecto colateral de trabajar por equipos es el uso de normas para guiar el comportamiento de una persona. Por ejemplo, un equipo de mantenimiento puede reunirse con regularidad antes y después del turno o incluso socialmente, en los días libres. Si esta reunión no es exigencia de la organización, pero la esperan los miembros del equipo, entonces, ésta es una norma.

a) Las normas son omnipresentes en la sociedad.

Las normas son reglas esperadas y paradójicamente implícitas de comportamiento. Es decir, las normas dictan las reglas fundamentales de vestimenta, discurso e interacción básica. Debido a que son reglas de comportamiento que definen las expectativas de los otros, las normas facilitan la interacción social reduciendo la cantidad de sorpresas que se pudiera encontrar en un contexto social determinado.

b) La violación de una norma puede confirmar una aflicción.

Por ejemplo, un grupo de técnicos de mantenimiento puede imponer en forma vigorosa el uso de equipo de protección personal apropiado al realizar un trabajo. No usar el equipo de protección personal puede ser no sólo un motivo de preocupación para el infractor, sino que puede originar reacciones negativas de aquellos que acaten la norma. En este caso, otros del grupo circundante pueden sancionar al infractor.

c) Se suele elaborar las normas para resolver problemas que tengan soluciones ambiguas. Al enfrentarse a una situación ambigua, un individuo puede usar el comportamiento del otro como marco de referencia alrededor del cual forma sus propias reacciones. Al continuar este proceso, las normas grupales se desarrollan y estabilizan. Entonces, los que recién llegan a la situación son aceptados en el grupo tomando como base el ceñimiento a las normas. Con muy poca frecuencia, los recién llegados inician los cambios en un grupo con normas establecidas.

d) Algunas normas son inseguras, pues no son productivas o reducen la productividad del grupo. Tomar atajos en el mantenimiento de aeronaves, trabajar de memoria o no seguir los procedimientos constituyen ejemplos de normas inseguras. Los recién llegados tienen mejor capacidad para identificar estas normas inseguras que los miembros del grupo que ya tienen mucho tiempo en él. Por otra parte, la credibilidad del recién llegado depende de su asimilación en el grupo. Sin embargo, la asimilación del recién llegado depende del ceñimiento a las normas grupales. Todos deben estar alertas del discernimiento de los recién llegados al identificar normas no saludables y desarrollar una actitud positiva con respecto a la posibilidad de que haya necesidad de cambiar las normas. Por último, al asimilarse los recién llegados a la estructura grupal, constituyen su credibilidad ante los otros. Una vez que se logra esto, un relativamente recién llegado puede empezar a instituir cambios dentro del grupo. Lamentablemente, es

muy difícil realizar dichas acciones y dependen en sumo grado de la percepción del grupo acerca de la credibilidad del recién llegado.

e) Las normas han sido identificadas como normas inseguras en la línea. El efecto de las normas inseguras puede comprender desde lo relativamente benigno, como determinar horas de reunión aceptadas, hasta lo inherentemente inseguro, como cumplir ciertas tareas “por lapicerazo”. Cualquier comportamiento que el grupo suela aceptar, ya sea un procedimiento operativo estándar o no, puede ser una norma.

4.8 REQUISITOS AMBIENTALES

El ambiente físico inmediato tiene un impacto significativo no sólo sobre el desempeño del técnico y de su supervisor, sino también sobre la confiabilidad del proceso. Los factores ambientales que influyen en la productividad del personal que labora y en la confiabilidad del proceso comprenden el ambiente visual, los ruidos, las vibraciones, la humedad y la temperatura ambiente y la contaminación atmosférica.

4.8.1 El ambiente visual. La realización eficiente de casi toda labor o tarea, depende en cierto grado de tener la visión adecuada. Un alumbrado eficaz es tan importante. Los criterios principales son la cantidad de luz o iluminación, el contraste entre los alrededores inmediatos y la tarea específica a ejecutar, y la existencia o ausencia de deslumbramiento.

La cantidad de luz que se necesita para realizar un trabajo satisfactoriamente es afectada por varios factores independientes. Entre ellos sobresalen:

- El contraste entre el objeto visto y el medio circundante inmediato.
- Los colores tienen también una influencia significativa sobre el contraste.
- La reflexividad de los medios circundantes o alrededores.
- Las dimensiones físicas del objeto que se ve la distancia de visión
- El tiempo permitido para ver.

4.8.2 Ruido. El control del nivel de ruido en el oído se puede lograr de tres maneras. La mejor, y generalmente la más difícil, es reducir el nivel de ruido en su origen. Sería muy difícil modificar equipos, de modo que la eficiencia del equipo no se altere y el nivel de ruido quede dentro de un intervalo tolerable.

En casos donde el encierro de una turbina, maquina o equipo no impida la operación y la accesibilidad, el analista debe seguir los siguientes pasos para obtener el diseño más satisfactorio de un recinto:

- Establecer claramente las metas de diseño y determinar el funcionamiento acústico que se requiere en el hangar.
- Determinar la acumulación de ruido y luego el ruido neto cuando se están utilizando instalaciones de trabajo.
- Determinar la atenuación espectral requerida de cada hangar.
- Seleccionar los paneles acústicos y la configuración de paredes correspondientes al recinto.

Si el ruido no se puede reducir en su origen y si la fuente de ruidos no se puede aislar, entonces podrá emplearse la absorción acústica con ventaja. El objeto de instalar materiales acústicos en paredes, techos interiores y pisos es reducir la reverberación.

4.8.3 Vibración. La vibración puede causar efectos nocivos en el comportamiento humano. Las vibraciones de alta amplitud y frecuencia baja tienen efectos especialmente perjudiciales sobre los órganos y los tejidos del cuerpo.

El desplazamiento y la aceleración máxima son los parámetros principales utilizados para caracterizar la intensidad de una vibración.

Existen tres clases de exposición a la vibración:

- Casos que resultan afectados toda o una gran parte de la superficie del cuerpo.
- Casos en los que las vibraciones se transmiten al cuerpo a través de un área de soporte.
- Casos en los que se aplican vibraciones a un área localizada del cuerpo.

La protección contra vibraciones se puede lograr de varias maneras. Las fuerzas aplicadas responsables de iniciar una vibración pueden ser reducidas. Es factible alterar la posición del cuerpo de modo que de por resultado una atenuación de las fuerzas vibratorias perturbantes. Es posible emplear soportes acolchonados que sostengan el cuerpo y amortigüen las vibraciones de alta amplitud.

4.8.4 Condiciones térmicas. Aunque el ser humano es capaz de funcionar dentro de un intervalo amplio de condiciones térmicas, su comportamiento se modificará notablemente si queda sometido a temperaturas que varían respecto de las consideradas normales.

- La temperatura ambiente es la temperatura experimentada realmente por una persona en un ambiente dado.
- La temperatura efectiva es un índice determinado experimentalmente, que incluye, el movimiento del aire y la humedad.
- La temperatura operativa es la temperatura del cuerpo de un trabajador.

Para estimar el tiempo que una persona puede estar expuesta a un cierto ambiente de calor, es necesario estimar o medir la carga de calor. Las mediciones se pueden realizar sobre el ambiente y la persona. Cuando se toman mediciones en la persona se utilizan una o más de tres características, que son pulso o ritmo cardiaco, consumo de oxígeno y temperatura del cuerpo.

El instrumento más comúnmente utilizado para determinar la humedad del aire es probablemente el psicrómetro de honda o de cadena.

Muchas de las actividades industriales implican la exposición a un calor intenso contra el cual se necesita protección el trabajador. Si un operario necesita estar excepcionalmente cerca de una fuente de calor radiante, será indispensable que use equipo de protección personal. Existen relativamente pocas posibilidades en las actividades industriales y comerciales modernas de que el personal laborante trabaje expuesto a ambientes fríos durante periodos prolongados.

4.8.5 Radiaciones. Aunque todos los tipos de radiación ionizante pueden dañar los tejidos, la protección contra las radiaciones alfa y beta es tan fácil que la mayor atención se asigna a los rayos X y la radiación neutrónica. Hay que advertir que haces de electrones de alta energía al chocar contra metal en equipo vacío, pueden producir rayos X muy penetrantes que requieren mucho mayor protección. Las personas que trabajan en zonas donde se controla el acceso de personas con fines de protección contra las radiaciones, limitan generalmente su exposición a una dosis equivalente de 5 rem/año.

4.9 INDICADORES DEL MODELO DE GESTION

Para asegurar que el programa de prevención del error esta proporcionando los resultados positivos, la organización de mantenimiento debe establecer unos indicadores los cuales nos ayudan a evaluar la gestión del programa de seguridad

en los trabajos de mantenimiento, por cuanto nos dan una medida de la calidad, la eficiencia y la operatividad del sistema.

La preparación de la información de la medida no requiere de procedimientos y de análisis de datos complejos, ni debe confundirse con el programa de confiabilidad de la organización de mantenimiento. Puede ser tan simple como un gráfico de barras que traza el número de los errores contra el tiempo. El objetivo primario es asegurar que visualmente se evidencie esa mejora, o falta de esta.

4.9.1 Objetivo de los índices del programa.

- Medir la cantidad de errores que se están causando por factor humano en la organización
- Verificar si están funcionando los puntos de control del proceso
- Replantear las políticas o estrategias de la organización
- Evaluar las acciones de mejoramiento en actividades concretas de la gestión para dar resultados de mejora en la organización de mantenimiento

4.9.2 Indicadores

a) Numero de reportes antes de retorno al servicio de la aeronave (NRAS).

Mide el número de hallazgos reportados después de una inspección luego de realizado cualquier servicio que se haya ejecutado en la aeronave, es un periodo de tiempo determinado. Este indicador mide la efectividad de las acciones de mantenimiento después de un servicio en particular.

$$\text{NRAS} = \frac{\text{Número de reportes originados en servicio}}{\text{Periodo de tiempo}}$$

b) Numero de reportes después de un servicio mayor (NRDS). Este indicador mide la efectividad del trabajo en grupo ya que es un servicio de este tipo participan varias especialidades. Los sistemas del avión que se ven involucrados y consiste en el número de reportes originados por cada sistema del avión. (Eléctrico, estructural, hidráulico, etc.); contra el número total de reportes originados todo el servicio del avión.

$$\text{NRDS} = \frac{\text{Número de reportes por sistema del avión}}{\text{Número total reportes del avión}}$$

c) Reportes de las tripulaciones en el libro de vuelo (RT). Mide el número de reportes generados en el libro de vuelo por las tripulaciones del avión por marca y modelo, contra el número total de reportes de tripulación en otros aviones de otra marca y modelo. Este indicador ayuda a evaluar el trabajo en equipo.

$$RT = \frac{\text{Número de reportes de tripulación por avión}}{\text{Número total de reportes de tripulación en otros aviones}}$$

d) Las auditorias de la autoridad reguladora (RI). Número de reportes originados en una inspección por parte de la autoridad aeronáutica reguladora contra las anteriores inspecciones realizadas. Mide el grado de cumplimiento con las normas del personal técnico y de la organización de mantenimiento.

$$RI = \frac{\text{Número de reportes originados}}{\text{Número de reportes anteriores inspecciones}}$$

e) Índice de errores continuos (IE). Mide el comportamiento de todo el proceso de ejecución del programa de seguridad en los trabajos de mantenimiento de la organización, con el objeto de llevar este índice a cero. Se calcula el número de errores continuos en cada área específica, contra el total de errores en toda la organización.

$$IE = \frac{\text{Número de errores continuos por área de trabajo}}{\text{Número total de errores en la organización}}$$

5. CONCLUSIONES

La identificación y el análisis de los factores o causas que originan los errores cometidos en la ejecución de las tareas de mantenimiento, es la base para la implementación de un programa de prevención de errores dentro de la organización de mantenimiento.

La aplicación de una norma que reglamente la implementación de programas de prevención de errores en las organizaciones de Mantenimiento servirá como medida y garantía para la disminución de fallas de mal funcionamiento, incidentes y accidentes aéreos.

Al aplicar la Gerencia de Mantenimiento en las organizaciones de mantenimiento aeronáuticas, se debe implementar estrategias de conocimiento, y manejo de recursos humano como elemento fundamental para la seguridad y la productividad.

Cualquier gestión que se desarrolle es en sector aéreo y especialmente en los procesos de mantenimiento el factor número uno a tener en cuenta es el ser humano como eje en el cual interactúan los otros factores de la organización.

Las organizaciones de mantenimiento aeronáuticas antes de ser productivas deberán ser seguras y por esto sus modelos de gestión siempre deberán tener en cuenta la participación de sus recursos a la seguridad para ser productivos con seguridad.

Ningún programa de mantenimiento puede alcanzar su objetivo, si dentro de su diseño, elaboración y ejecución no se tiene en cuenta los resultados del programa de prevención por factor humano.

Una de las principales gestiones de la gerencia de mantenimiento es la de promover y fomentar una cultura de pertenencia y responsabilidad del técnico, ingeniero de mantenimiento, para que el resultado de su labor sea el más confiable y eficiente.

BIBLIOGRAFÍA

ADMINISTRACIÓN DE AVIACIÓN CIVIL DEL REINO UNIDO CAA.UK
Maintenance Error. Seguridad Aérea en Asia y el pacífico. Septiembre de 1992.

COMPENDIO DE LA OACI SOBRE FACTORES HUMANOS Núm. 10 Factores
Humanos, gestión y organización. (Circular 247) 1993.

COMPENDIO DE LA OACI SOBRE FACTORES HUMANOS, Núm. 7
Investigación de factores humanos en accidentes e incidentes. (Circular 240)
1993.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. FAA. The National Plan for Aviation
Human Factors. Washington. D.C.

GONZÁLEZ BOHÓRQUEZ Carlos Ramón. Principios de mantenimiento Bogotá:
UIS 2003. p 10-26

GONZÁLEZ JAIMES ,Isnardo, Seminario II Monografía de especialización
Bogotá: UIS. 2003

ORGANIZACIÓN DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL. Manual de Instrucción
sobre Factores Humanos, Doc 9683-An / 950, Montreal Québec, 1 ed. 1998

ORGANIZACIÓN DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL. Normas y métodos
recomendados internacionales, operación de Aviones, Anexo 6 al convenio OACI,
parte I, 6 ed. 2001

PÉREZ MARTÍNEZ, Edilberto. Gerencia de recursos Humanos Bogotá: UIS. 2003

REASON, James. Human Error, Cambridge University Press, Reino Unido. 1990.

TAMAYO DOMÍNGUEZ, Carlos Mario, Organizaciones de mantenimiento, Bogotá:
UIS. 2003

UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE AERONÁUTICA CIVIL, Reglamentos
Aeronáuticos Colombianos, R.A.C. Resolución 2617- Bogotá, Julio de 1999

INTERNACIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION, Normas y métodos recomendados internacionales, Licencias al personal, Anexo 1. Julio de 2001 9ª. Edición.

INTERNACIONAL CIVIL AVIACIÓN ORGANIZACIÓN, Normas y métodos recomendados internacionales, operación de aeronaves, Anexo 6 parte 1, Enero 2003.

INTERNACIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION, Normas y métodos recomendados internacionales, Aeronavegabilidad, Anexo 8. Marzo 22 de 2001, 8ª. Edición.

MANUAL DE AERONAVEGABILIDAD Vol. 1 y Vol. 2 1ª. Edición. 2001.

SPECTOR, Paul E, sicología industrial y organizacional, investigación y práctica, Bogotá: Editorial El manual moderno Ltda.; 2002.

PÁGINAS CONSULTADAS EN INTERNET

www.aerocivil.gov.co

www.boeing.com

www.hfskyway.faa.gov

www.aviacionulm.com

www.faa.gov

www.sonic.net/aso/

www.CdnAir.CA/

ANEXO A
FORMATO MEDA

Sección I- General	
Tema:	
Consecutivo # :	Investigador:
Consecutivo relacionado #:	Fecha de la investigación:
Base del Error:	Fecha del Evento:
Tipo de Avión:	Hora del Evento: <input type="checkbox"/> AM <input type="checkbox"/> PM
Tipo de Motor:	Turno del Error:
Matricula:	Tipo de Mantenimiento (Seleccione):
S/N:	1. Línea <input type="checkbox"/> , ¿Qué clase?
ATA #:	2. Base <input type="checkbox"/> , ¿Qué clase?
Vuelo Numero:	Ruta:
Zona de Aviación:	Fecha de Acción Correctiva:

Sección II – Evento	
<input type="checkbox"/> Demora de días horas minutos	<input type="checkbox"/> Desviado a aeropuerto alternativo
<input type="checkbox"/> Cancelación de Vuelo	<input type="checkbox"/> Daño al Avión
<input type="checkbox"/> Regreso al Muelle	<input type="checkbox"/> Lesiones
<input type="checkbox"/> Corte de Motor en Vuelo	<input type="checkbox"/> Retrabajo
<input type="checkbox"/> Regreso de Vuelo	<input type="checkbox"/> Otro (explique abajo)
<input type="checkbox"/> Especificación de los hechos:	
Describa el Incidente / degradación/ Falla (s) que causó el evento:	

Sección III- Error de mantenimiento		
1. Instalación Incorrecta	<input type="checkbox"/> 3. Reparación Inadecuada/ incompleta (explique abajo)	6. Acciones Causantes de Daño al Equipo
<input type="checkbox"/> a. Componente no instalado	4. Aislamiento de la falla/ .<input type="checkbox"/> Específica /Prueba inadecuada	<input type="checkbox"/> a. Uso inapropiado del equipo
<input type="checkbox"/> b. Componente / parte erróneo	<input type="checkbox"/> a. No se halló degradación	<input type="checkbox"/> b. Equipo defectuoso
<input type="checkbox"/> c. <input type="checkbox"/> Especificación errónea	<input type="checkbox"/> b. Panel de acceso no cerrado	<input type="checkbox"/> c. Golpeado por / contra el equipo
<input type="checkbox"/> d. Localización inadecuada	<input type="checkbox"/> c. Sistema o equipo	<input type="checkbox"/> d. Otro (explique abajo)
<input type="checkbox"/> e. Instalación incompleta	<input type="checkbox"/> d. No probado adecuadamente	

<input type="checkbox"/> f. Partes adicionales instaladas	<input type="checkbox"/> e. Fallo no aislada adecuadamente	7. Acciones Causantes de Lesiones
<input type="checkbox"/> g. Panel de acceso no cerrado	<input type="checkbox"/> f. Mal inspeccionado	<input type="checkbox"/> a. Esfuerzo muscular
<input type="checkbox"/> h. Sistema / equipo no desactivado / reactivado	<input type="checkbox"/> g. Otro (explique abajo)	<input type="checkbox"/> b. Peligro contactado
2. Servicio incorrecto	5. Acciones causantes de FOD	<input type="checkbox"/> c. Desliz/Caída
<input type="checkbox"/> a. Fluido insuficiente	<input type="checkbox"/> a. Material olvidado en el Avión / motor	<input type="checkbox"/> d. <input type="checkbox"/> Especificar a sustancias peligrosas
<input type="checkbox"/> b. Demasiado fluido	<input type="checkbox"/> b. Suciedad en plataforma	<input type="checkbox"/> e. Uso inadecuado de equipo protector
<input type="checkbox"/> c. Fluido equivocado	<input type="checkbox"/> c. Suciedad cayendo dentro de sistemas abiertos	<input type="checkbox"/> f. Atorado en/sobre/entre
<input type="checkbox"/> d. Servicio requerido	<input type="checkbox"/> d. Otro (explique abajo)	<input type="checkbox"/> g. Otro (explique abajo)
<input type="checkbox"/> e. Otro (explique abajo)		8. Otro (explique abajo)
Describa el Error de Mantenimiento específico		

Sección IV- Lista de Chequeo de Factores Contribuyentes		
N/A <input type="checkbox"/>	A. Información	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 1. No se entiende	<input type="checkbox"/> 5. Proceso de actualización largo / complicado
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 2. No disponible / inaccesible	<input type="checkbox"/> 6. MM/SB <input type="checkbox"/> Específicamente modificados
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 3. Incorrecta.	<input type="checkbox"/> 7. <input type="checkbox"/> específicam no utilizada
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 4. Demasiada <input type="checkbox"/> específicam o conflictiva	<input type="checkbox"/> 8. Otro (explique abajo)
	Describa <input type="checkbox"/> específicamente cómo los factores de <input type="checkbox"/> específicam seleccionados contribuyeron al error	
N/A <input type="checkbox"/>	B. Equipo / Herramientas	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 1. Insegura	<input type="checkbox"/> 7. No se puede usar en el entorno
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 2. No confiable	<input type="checkbox"/> 8. Sin instrucciones
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 3. <input type="checkbox"/> específicame pobre de controles y pantallas	<input type="checkbox"/> 9. Muy complicado
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 4. Descalibrada	<input type="checkbox"/> 10. Mal demarcado
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 5. No disponible	<input type="checkbox"/> 11. No utilizado
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 6. Inapropiada para la tarea	<input type="checkbox"/> 12. Otra (explique abajo)
	Describa <input type="checkbox"/> específicamente cómo los factores de <u>Equipo / Herramienta</u> seleccionados contribuyeron al error	
N/A <input type="checkbox"/>	C. Diseño / <input type="checkbox"/> Especificación /Partes del Avión	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 1. Complejo	<input type="checkbox"/> 5. Partes mal demarcadas
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 2. Inaccesible	<input type="checkbox"/> 6. <input type="checkbox"/> Especificación de instalar incorrectamente
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 3. <input type="checkbox"/> Especificación en <input type="checkbox"/> Especificación del avión	<input type="checkbox"/> 7. Otra (explique abajo)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 4. Partes no disponibles	

	Describa <input type="checkbox"/> específicamente cómo los factores de <u>Diseño</u> / <input type="checkbox"/> <u>Especificación</u> / <u>Partes del Avión</u> seleccionados contribuyeron al error		
N/A	D. Trabajo / Task		<input type="checkbox"/> 4. Difiere de otras Task similares
	<input type="checkbox"/> 1. Repetitivo / monótono		<input type="checkbox"/> 5. Otra (explique abajo)
	<input type="checkbox"/> 2. Complejo / Confuso		
	<input type="checkbox"/> 3. Nueva Task o cambio de Task		
	Describa <input type="checkbox"/> específicamente cómo los factores de <u>Trabajo / Task</u> seleccionados contribuyeron al error		
N/A <input type="checkbox"/>	E. Conocimiento / Habilidad Técnica		
	<input type="checkbox"/> 1. Conocimientos inadecuados		<input type="checkbox"/> 4. Desconocimiento de procesos de la aerolínea
	<input type="checkbox"/> 2. Conocimiento de la Task inadecuado		<input type="checkbox"/> 5. Desconocimiento de los sistemas del avión
	<input type="checkbox"/> 3. <input type="checkbox"/> Especificación de la Task inadecuada		<input type="checkbox"/> 6. Otra (explique abajo)
	Describa <input type="checkbox"/> específicamente cómo los factores de <u>Conocimiento / Habilidad Técnica</u> seleccionados contribuyeron al error		
N/A <input type="checkbox"/>	F. Factores Individuales		
	<input type="checkbox"/> 1. Salud Física (incluyendo audición y visión)		<input type="checkbox"/> 6. Tamaño / Fuerza corporal
	<input type="checkbox"/> 2. Fatiga		<input type="checkbox"/> 7. Problema personal /familiar
	<input type="checkbox"/> 3. <input type="checkbox"/> Especificación tiempo		<input type="checkbox"/> 8. <input type="checkbox"/> Especificación / Interrupciones durante el trabajo
	<input type="checkbox"/> 4. Presión		<input type="checkbox"/> 9. Otro (explique abajo)
	<input type="checkbox"/> 5. Complacencia		
	Describa <input type="checkbox"/> específicamente cómo los factores de <u>Factores Individuales</u> seleccionados contribuyeron al error		
N/A <input type="checkbox"/>	G. Entorno / Instalaciones		
	<input type="checkbox"/> 1. Altos niveles de ruido	<input type="checkbox"/> 6. Nieve	<input type="checkbox"/> 11. Sustancias peligrosas / toxicas
	<input type="checkbox"/> 2. Calor	<input type="checkbox"/> 7. Iluminación	<input type="checkbox"/> 12. Fuentes de energía
	<input type="checkbox"/> 3. Frió	<input type="checkbox"/> 8. Viento	<input type="checkbox"/> 14 <input type="checkbox"/> especificam deficiente
	<input type="checkbox"/> 4. Humedad	<input type="checkbox"/> 9. Vibraciones	<input type="checkbox"/> 15. Tiempo (hora crítica)
	<input type="checkbox"/> 5. Lluvia	<input type="checkbox"/> 10. Suciedad	<input type="checkbox"/> 16. Otra (explique abajo)
	Describa <input type="checkbox"/> específicamente cómo los factores de <u>Entorno / Instalaciones</u> seleccionados contribuyeron al error		
N/A <input type="checkbox"/>	H. Factores Organizacionales		
	<input type="checkbox"/> 1. Calidad del soporte de <input type="checkbox"/> Especificación técnicas (Ingeniería, <input type="checkbox"/> Especifica, Q.A., Materiales, etc)		<input type="checkbox"/> 4. Cambio o reestructuración corporativa
	<input type="checkbox"/> 2. Políticas de la empresa		<input type="checkbox"/> 5. Otra (explique abajo)

	<input type="checkbox"/> 3. Procesos de trabajo de la empresa	
	Describa <input type="checkbox"/> específicamente cómo los factores de <u>Factores Organizacionales</u> seleccionados contribuyeron al error	
N/A <input type="checkbox"/>	I. Liderazgo / Supervisión	
	<input type="checkbox"/> 1. <input type="checkbox"/> específica / <input type="checkbox"/> específicame de tareas inadecuada	<input type="checkbox"/> 4. Expectativas / actitudes irreales
	<input type="checkbox"/> 2. Priorización del trabajo inadecuada	<input type="checkbox"/> 5. Cantidad de supervisión
	<input type="checkbox"/> 3. Delegación / <input type="checkbox"/> específica del trabajo inadecuada	<input type="checkbox"/> 6. Otra (explique abajo)
	Describa <input type="checkbox"/> específicamente cómo los factores de <u>Liderazgo / Supervisión</u> seleccionados contribuyeron al error	
N/A <input type="checkbox"/>	J. Comunicación	
	<input type="checkbox"/> 1. Entre áreas	<input type="checkbox"/> 5. Entre supervisores y directivos
	<input type="checkbox"/> 2. Entre técnicos	<input type="checkbox"/> 6. Entre tripulaciones y mantenimiento
	<input type="checkbox"/> 3. Entre turnos	<input type="checkbox"/> 7. Otra (explique abajo)
	<input type="checkbox"/> 4. Entre técnicos y supervisores	
	Describa <input type="checkbox"/> específicamente cómo los factores de <input type="checkbox"/> <u>específicamente</u> seleccionados contribuyeron al error	
N/A <input type="checkbox"/>	K. Otros Factores Contribuyentes (explique abajo) Describa <input type="checkbox"/> específicamente cómo este <u>Otro Factor</u> seleccionado contribuyó al error	
<i>Sección V- Estrategias de Prevención del Error</i>		
A. Cuales procedimientos, procesos y/o políticas existentes en la organización existían para prevenir el incidente, y no lo lograron?		
<input type="checkbox"/> Políticas o Procesos de Mantenimiento (especifique)		
<input type="checkbox"/> Inspección o Chequeo Funcional (especifique)		
Documentación de Mantenimiento Requerida:		
<input type="checkbox"/> Manuales de Mantenimiento (especifique)		
<input type="checkbox"/> Libros de vuelo / motor / hélices (especifique)		
<input type="checkbox"/> Work Cards (especifique)		
<input type="checkbox"/> Documentos de ingeniería (especifique)		
<input type="checkbox"/> Otro (especifique)		

Documentación de soporte: <input type="checkbox"/> Boletines de Servicio (especifique) <input type="checkbox"/> Material de Entrenamiento (especifique) <input type="checkbox"/> Cartas a los Operadores (especifique) <input type="checkbox"/> Boletines entre compañías (especifique) <input type="checkbox"/> Otro (especifique)
() Otro (especifique)
1. B. Enumere recomendaciones para estrategias de prevención del error.
C. Seguimiento implantación de acciones correctivas. Fecha:
<i>Sección VI. Ilustraciones</i>
A. GRAFICOS EXPLICATIVOS

