

FECHA	
-------	--

NÚMERO RAE	
PROGRAMA	INGENIERIA AERONAUTICA

AUTOR (ES)	SEGURA, Enrique; CHOCONTA, Igor.
TÍTULO	SEGURIDAD AEREA E INFLUENCIA DEL FACTOR HUMANO EN EL MANTENIMIENTO E INSPECCION DE AERONAVES EN COLOMBIA

PALABRAS CLAVES	FACTOR HUMANO EN MANTENIMIENTO DE AERONAVES

DESCRIPCIÓN	El factor humano en el mantenimiento como uno de los elementos mas importantes dentro de una organización y causante de accidentes, siendo así un campo de la ciencia que estudia el desempeño del ser humano en un sistema operacional, incorporando métodos y principios de comportamiento en las ciencias sociales las cuales influyen en el desempeño de las personas.

FUENTES BIBLIOGRÁFICAS	<p>REASON, James. Human Error. Cambridge. Universidad de Cambridge. 1990. 380 p.</p> <p>REASON, James. A Framework for Classifying Errors. J. Rasmussen, K. Duncan y J. Leplat, Technology and Human Error. Londres. 1990.</p> <p>OACI. Human Factors Guidelines for Aircraft Maintenance Manual. (AN/450), Montreal. 2003.</p> <p>OACI. Human Factors in Aircraft Maintenance and Inspection. Safety Regulation Group, Canada. 2002.</p> <p>FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. Human Factors in Aviation Maintenance and Inspection. Estados Unidos de America. 2007.</p>

NÚMERO RAE	
PROGRAMA	INGENIERIA AERONAUTICA

CONTENIDOS	<p><b>PASOS DE LA INVESTIGACIÓN</b></p> <p>La primera etapa se compuso de la recopilación e investigación de información sobre factores humanos en mantenimiento e inspección de aeronaves.  La segunda etapa análisis y estudio de la información obtenida.  La tercera etapa consistió en la organización de la información y la conclusión del tema para darle un sentido claro y concreto.</p> <p><b>OBJETIVOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entender la relevancia del error humano en los accidentes aéreos ya que constituyen el 80% de influencia en los accidentes.</li> <li>- Conocer todo lo relativo a notificaciones de la OACI referente a lo relacionado con los factores humanos en mantenimiento e inspección de aeronaves.</li> <li>- Analizar y definir las limitaciones y los factores tanto físicos como Psicológicos los cuales influyen en el desempeño humano en los trabajos de mantenimiento aeronáutico.</li> <li>- Analizar y conocer la importancia de la comunicación entre el personal de mantenimiento para que exista un efectivo trabajo en equipo.</li> <li>- Analizar y concluir los resultados obtenidos para evitar errores en el mantenimiento e inspección de aeronaves.</li> <li>- Estudiar la influencia de los ambientes físicos y tareas de mantenimiento para la prevención de los factores humanos.</li> <li>- Entender los fundamentos básicos del factor humano y como afectan la seguridad de los técnicos e ingenieros de mantenimiento.</li> </ul> <p><b>ELEMENTOS PRINCIPALES</b></p> <p><b>SEGURIDAD AÉREA</b>  <b>ERROR HUMANO</b>  Modelos de errores y teorías  Tipos de error en las tareas de mantenimiento  Implicación de los errores</p> <p><b>AMBIENTE SOCIAL</b>  Modelos de errores y teorías  Tipos de error en las tareas de mantenimiento  Implicación de los errores  Dirección, supervisión y liderazgo  Manejo del recurso del mantenimiento (MRM)  Cultura Organizacional</p> <p><b>DESEMPEÑO HUMANO Y SUS LIMITACIONES</b>  <b>Desempeño Humano</b>  La visión  El oído</p> <p><b>FACTORES QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO</b>  Estado físico y salud</p>
------------	---

	<p>Presión de trabajo y fechas límites Carga excesiva y poca carga de trabajo Sueño, fatiga y cambios de turno Alcohol, medicación y abuso de drogas</p> <p>AMBIENTE FÍSICO</p> <p>Ruido Sustancias peligrosas Iluminación Clima y temperatura Movimientos y vibraciones Espacios reducidos</p> <p>RIESGOS EN EL LUGAR DE TRABAJO</p> <p>Reconociendo y evitando los peligros Hacer frente a las emergencias</p> <p>TAREAS</p> <p>Trabajo físico Tareas repetitivas Inspección visual Sistemas complejos</p> <p>COMUNICACIÓN</p> <p>Comunicación dentro y entre grupos de trabajo Registro y control Actualización de la información Difusión de la información</p>
--	---

NÚMERO RAE	
PROGRAMA	INGENIERIA AERONAUTICA

<b>METODOLOGÍA</b>	Señalar los pasos y técnicas metodológicas empleados en el trabajo, es decir:
<p><b>ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN</b></p> <p>El proyecto a realizar posee un enfoque histórico-hermenéutico, debido a que se basa en la recopilación y análisis de información para mejorar el estudio de los factores humanos en el mantenimiento de aeronaves.</p> <p><b>LÍNEA DE INVESTIGACIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tecnologías actuales y sociedad</li> </ul> <p><b>SUB-LÍNEA DE FACULTAD</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Control de procesos e instrumentación</li> </ul> <p><b>CAMPO TEMÁTICO DEL PROGRAMA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseño de aeronaves.</li> </ul> <p><b>HIPÓTESIS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se analizará y estudiará la influencia directa del error humano en el mantenimiento en los accidentes e incidentes aéreos.</li> <li>- Se conocerá las limitaciones tales como la comunicación, los factores físicos, psicológicos, y otros factores que incidan directamente en el desempeño del personal en general en los trabajos de mantenimiento e inspección de aeronaves.</li> <li>- Se comprenderá la importancia del ambiente y del lugar de trabajo y como estos influyen en el comportamiento, solución de problemas, en las tareas de mantenimiento, y en la seguridad aérea.</li> </ul> <p><b>VARIABLES</b></p> <p>VARIABLES INDEPENDIENTES</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Personal de mantenimiento e ingeniería.</li> <li>- Normatividad y reglamentos ya establecidos por las autoridades aeronáuticas.</li> </ul> <p>VARIABLES DEPENDIENTES</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Personal de mantenimiento e ingeniería.</li> <li>- Normatividad y reglamentos ya establecidos por las autoridades aeronáuticas.</li> </ul>	

<b>CONCLUSIONES</b>	<p>Se analizó y concluyó la importancia que tienen los factores humanos en el mantenimiento e inspección de aeronaves, destacando que es uno de los factores primarios y determinantes dentro la industria aeronáutica.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durante el manejo de la documentación se conoció que el error humano es un factor sumamente relevante en todo el proceso de minimización de riesgos en</li> </ul>
---------------------	--

	<p>una organización de mantenimiento de aeronaves.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Se concluyó que dentro del ambiente de mantenimiento e inspección existen factores poco visibles que afectan de forma directa el rendimiento, eficiencia y eficacia del personal en el momento de realizar trabajos o desempeñar cualquier labor dentro de una empresa aeronáutica.</li><li>• Uno de los factores relevantes dentro de los factores que influyen directamente al personal es la comunicación intergrupala y entre grupos de trabajo dentro de la esfera de mantenimiento siendo este, muy importante para el correcto desempeño de las tareas.</li><li>• Es importante tener en cuenta que las empresas aeronáuticas deben implementar un sistema de manejo de la seguridad (SMS), con el fin de mejorar la calidad y de minimizar los riesgos y las fallas dentro del mantenimiento.</li><li>• En la industria aeronáutica actual no solo es necesario tener buenas y apropiadas instalaciones de trabajo sino también conocer a fondo las capacidades, desventajas y virtudes del personal, para mejorar el sistema de calidad y seguridad organizacional.</li><li>• Durante la investigación se concluyó que solo un pequeño porcentaje del personal que trabaja en el mantenimiento e inspección de aeronaves conoce el concepto exacto y puede explicar con certeza que son los factores humanos.</li><li>• Se concluyó que no solo basta con asistir a una conferencia o simposio sobre factores humanos para comprender claramente su filosofía, es decir, se requiere de estudio continuo para dominarlo e impartirlo, para ponerlo en práctica en las operaciones aéreas y en el mantenimiento de aeronaves.</li></ul>

SEGURIDAD AEREA E INFLUENCIA DEL FACTOR HUMANO EN EL  
MANTENIMIENTO E INSPECCION DE AERONAVES EN COLOMBIA

JAIRO ENRIQUE SEGURA MORENO  
IGOR ZIMAZOP CHOCONTA MARTINEZ

UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AERONÁUTICA  
BOGOTÁ, D.C.

2008

SEGURIDAD AEREA E INFLUENCIA DEL FACTOR HUMANO EN EL  
MANTENIMIENTO E INSPECCION DE AERONAVES EN COLOMBIA

JAIRO ENRIQUE SEGURA MORENO  
IGOR ZIMAZOP CHOCONTA MARTINEZ

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de  
Ingeniero Aeronáutico  
Asesor Académico:  
Dr. Edgar B. Rivera F.

UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AERONÁUTICA  
BOGOTÁ, D.C.

2008

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

Presidente del jurado

---

Jurado

---

Jurado

Bogotá D.C. 19 Junio de 2008



## AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestros más sinceros agradecimientos a:

Edgar Rivera. Abogado y director del trabajo de investigación, por la colaboración y orientación brindada.

Wilson Pinzón, Ingeniero Químico y asesor metodológico, por su tiempo y colaboración en el procedimiento metodológico de la investigación y organización de la misma.

A todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en la realización del proyecto.

... A Dios,  
quien me ha dado todo en la vida,  
mis padres, mis hermanos, mi novia y mi estudio.

...A mis padres,  
quienes me trajeron al mundo y  
me han apoyado en todas las decisiones,  
y me han colaborado y acompañado en todo el largo proceso de la vida.

... A mis hermanos,  
a quienes amo y quienes son un gran motivo  
para lograr todos los objetivos de mi vida.

... A mi novia,  
quien ha sido mi apoyo y compañera incondicional,  
y con su amor me motiva para lograr  
todas mis metas y objetivos.

*JAIRO ENRIQUE SEGURA MORENO*

...A mis padres, Pedro y Gladis,  
quienes con su apoyo, confianza y sacrificio  
me guiaron por el mejor camino,  
y fueron los gestores de los pasos  
que me han llevado a conquistar mi sueño.

... A mis hermanas Andri y Mara,  
quienes con sus ocurrencias  
me acompañaron por todo este camino.

... A mi novia Lorena,  
por el apoyo y cariño que me brinda.

... A Dios,  
que con su infinita sabiduría  
me permite aprender y disfrutar lo maravilloso que tiene la vida.

*IGOR ZIMAZOP CHOCONTÁ MARTÍNEZ*

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	14
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.1. ANTECEDENTES	16
1.2. DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	17
1.3. JUSTIFICACIÓN	17
1.4. OBJETIVOS	19
1.4.1 Objetivo general	19
1.4.2 Objetivos específicos	19
1.5. ALCANCE Y LIMITACIONES	20
1.5.1. Alcance	20
1.5.2. Limitaciones	21
2. MARCO REFERENCIAL	22
2.1. MARCO CONCEPTUAL	22
2.1.1 Seguridad	22
2.1.2 Factor	22
2.1.3 Investigación	23
2.1.4 Mantenimiento	25
3. METODOLOGÍA	27
3.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	27
3.2. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	27
3.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	27
3.4 HIPÓTESIS	28
3.5 VARIABLES	29

3.5.1 Variables independientes	29
3.5.2 Variables dependientes	29
4. DESARROLLO INGENIERIL	30
4.1 HISTORIA DE LOS FACTORES HUMANOS	30
4.1.1 Modelo SHELL	32
4.1.2 Modelo REASON	37
4.2 ERROR HUMANO	40
4.2.1 Modelos de errores y teorías	41
4.2.2 Tipos de error en las tareas de mantenimiento	48
4.2.3 Implicación de los errores	52
4.2.4 Evitar los errores en la gestión	54
4.3 PSICOLOGÍA SOCIAL	57
4.3.1 Ambiente social	57
4.3.2 Responsabilidad individual y grupal	59
4.3.3 Motivación y desmotivación	63
4.3.4 Presión en el lugar de trabajo	67
4.3.5 Tema cultural	70
4.3.6 Ventajas y desventajas de los grupos de trabajo	73
4.3.7 Elementos importantes del trabajo en equipo	74
4.3.8 Dirección, supervisión y liderazgo	76
4.3.9 Manejo del recurso del mantenimiento (MRM)	77
4.4 DESEMPEÑO HUMANO Y SUS LIMITACIONES	79
4.4.1 Desempeño Humano	79
4.4.2 La visión	80
4.4.3 El oído	89
4.5. FACTORES QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO	94
4.5.1 Estado físico y salud	94
4.5.2 Stress: domestico y los trabajos relacionados	96

4.5.3 Presión de trabajo y fechas límites	99
4.5.4 Carga excesiva y poca carga de trabajo	100
4.5.5 Sueño, fatiga y cambios de turno	105
4.5.6 Turnos de trabajo	115
4.5.7 Alcohol, medicación y abuso de drogas	117
4.6 AMBIENTE FÍSICO	119
4.6.1 Ruido	119
4.6.2 Sustancias peligrosas	120
4.6.3 Iluminación	121
4.6.4 Clima y temperatura	123
4.6.5 Movimientos y vibraciones	124
4.6.6 Espacios reducidos	125
4.6.7 Ambiente de trabajo	125
4.7 RIESGOS EN EL LUGAR DE TRABAJO	127
4.7.1 Reconociendo y evitando los peligros	127
4.7.2 Hacer frente a las emergencias	131
4.8 TAREAS	137
4.8.1 Trabajo físico	137
4.8.2 Tareas repetitivas	140
4.8.3 Inspección visual	141
4.8.4 Sistemas complejos	142
4.9 COMUNICACIÓN	143
4.9.1 Comunicación dentro y entre grupos de trabajo	143
4.9.2 Registro y control	148
4.9.3 Actualización de la información	149
4.9.4 Difusión de la información	150
5. CONCLUSIONES	151
6. RECOMENDACIONES	153

BIBLIOGRAFIA	155
GLOSARIO	159
ANEXOS	164

## LISTAS DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Modelo SHELL	33
Figura 2. Modelo Reason	39
Figura 3. Errores constantes versus errores variables	43
Figura 4. Tipos de error basados en la intención	45
Figura 5. Conducta basada en habilidades	47
Figura 6. Ejemplo de Reason (El perno y las tuercas)	52
Figura 7. Modelo del “Iceberg” de accidentes	53
Figura 8. Vida útil de una organización a través del espacio producción – protección	57
Figura 9. El sistema de mantenimiento	58
Figura 10. Jerarquía de necesidades de Maslow	65
Figura 11. Experimento para ilustrar la conformidad	69
Figura 12. La influencia de la cultura en las organizaciones	71
Figura 13. Estructura del ojo	81
Figura 14. Hipermetropía	85
Figura 15. Miopía	86
Figura 16. Estructura del oído	89
Figura 17. Optimo estímulo que conduce al mejor rendimiento de las tareas	101
Figura 18. Ciclo típico de fase de sueño REM	106
Figura 19. Ritmo cardíaco según la temperatura interna del cuerpo	108
Figura 20. Rendimiento promedio por hora de labor	110
Figura 21. Condiciones de temperatura	124
Figura 22. Componentes en el ambiente de trabajo	126



Figura 23. Factores que contribuyen a decisiones de alto nivel de fallas	135
Figura 24. Lógica de gestión de riesgos	136

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Lista de verificación de los factores humanos	164
Anexo B. Relación de accidentes año 2003 - 2007	167
Anexo C. Estudio: accidente vuelo 5390 BAC 1-11 de <i>British Airways</i> .	169

## INTRODUCCIÓN

Si bien en un principio la mayor parte de los accidentes tuvieron origen en factores técnicos, a medida que transcurría el tiempo, y mejoraban las técnicas de diseño y construcción de aeronaves, y también la tecnología electrónica traducida en mejores equipos de navegación, se comenzó a notar que las mejoras técnicas dejaron de producir reducciones sustanciales en la cantidad de accidentes. Así fue como se comenzó a investigar sobre factores que hasta ese entonces no estaban del todo claros los llamados Factores Humanos.

El estudio de los factores humanos, a través de diversas disciplinas, condujeron al descubrimiento de una gran cantidad de factores, potencialmente peligrosos y que demostraron ser capaces de conducir a accidentes fatales, esto condujo a tratar con mayor importancia los problemas de factores humanos en el mantenimiento e inspección de aeronaves.

Un 80% de los accidentes aéreos en el mundo son ocasionados por errores humanos. Factores en las operaciones de mantenimiento como el estrés, el sueño, las fallas en la comunicación, capacitación, horas de trabajo, consideraciones de carácter médico y el impacto del medio de trabajo, entre otros, influyen de forma directa en la seguridad y eficacia de las operaciones de las líneas aéreas.

La aviación hoy en día, es una de las actividades de mayor expansión comercial mundial, al mismo tiempo, es considerada una de las más seguras. Todo esto,

gracias al desarrollo de métodos y protocolos preventivos aplicados a todo el sector aeronáutico, los cuales garantizan la seguridad aérea.

La intención de realizar este trabajo de grado es investigar y profundizar en los elementos relativos al mantenimiento e inspección de aeronaves, que comprometen la seguridad de vuelo.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 ANTECEDENTES

En los últimos 60 años, se han logrado mejoras muy notables en la seguridad operacional del sistema aeronáutico internacional. De una tasa de 4,48 muertes de pasajeros por cada 100 millones de pasajeros-millas en 1945, la tasa disminuyó a 0,04 en 1995. Por consiguiente, en un período de 50 años se redujo el riesgo de muerte del público viajero en un factor de 100. (Anexo B, estadista en Colombia).

- COMPENDIO SOBRE FACTORES HUMANOS (Circular 253-AV/151) OACI

Este documento fue desarrollado en el año de 1995 y trata sobre el estudio de las causas de los factores humanos en el mantenimiento e inspección de aeronaves. Su propósito es mostrar cómo la capacidad y las limitaciones humanas pueden influir en el desarrollo de las tareas y en la seguridad del mantenimiento y la inspección.

- BEYOND AVIATION HUMAN FACTORS. JAMES REASON

Este documento fue desarrollado en el año de 1995 por JAMES REASON y tiene una cantidad de dimensiones relacionadas. La primera es de índole moral, referida a la culpa, responsabilidad o carga legal. La segunda es científica, tiene que ver con la causa y efecto en una secuencia accidental de eventos. La tercera es enteramente práctica, y tiene que ver con los aspectos que, colectivos o individuales, llevan a contramedidas más eficientes en la aviación.

- MODELO SHEL DE LOS FACTORES HUMANOS

Es un estudio que fue propuesto por el profesor Elwyn Edwards en 1972, y modificado posteriormente por Frank Hawkins en 1975. Donde muestra la relación que comparte el hombre con su entorno de trabajo. Reconoce que la persona posee una serie de limitaciones que inciden en el desempeño de tareas, exigiendo por tanto al resto de componentes del modelo una acomodación rigurosa con el fin de maximizar la ergonomía. Es uno de los estudios más importantes ya que vincula al hombre como centro de los factores humanos.

## 1.2 DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Se investigará de forma concreta, y concisa la influencia del factor humano en el mantenimiento e inspección de aeronaves como un elemento clave en los accidentes aéreos en Colombia y su importancia para la seguridad aérea, con el fin de profundizar en un tema poco explorado y de gran importancia en el sector de la industria aeronáutica del país.

¿Qué relevancia e importancia le prestan las industrias en el sector aeronáutico de Colombia al factor humano en el mantenimiento e inspección de aeronaves y componentes?

## 1.3 JUSTIFICACIÓN

En los últimos 100 años la aviación ha crecido a pasos agigantados, desde el primer vuelo realizado por los hermanos Wright hasta los nuevos y modernos aviones comerciales de última generación.

Pero este significativo cambio tecnológico les crea problemas imperceptibles a los ingenieros de mantenimiento aun cuando esto le conduce a un nuevo mundo mejor.

En el área de mantenimiento de aeronaves los avances y adelantos han sido significativos, en el campo de los factores humanos, a pesar de todos los esfuerzos que se han hecho, no parece que hayamos avanzado tanto, casi podríamos decir que vamos por detrás y en términos de conducta humana, seguimos cometiendo muchos errores.

Por que es importante investigar los factores humanos:

- El mantenimiento fue la causa principal del 8.3% de los accidentes en EEUU en los años 90' en aviones a reacción con mas de 100 pasajeros.
- Un evento relacionado con el mantenimiento inició la cadena de sucesos que resultó en un accidente en el 26% del total de accidentes en el mundo, para aviones a reacción y turbopropulsados fabricados tanto en Oriente como en Occidente.
- En todo el mundo los incidentes en rampa costaron US\$ 5 mil millones en el 2004.
- Los programas de investigación de eventos ayudan a identificar los factores contribuyentes a errores y violaciones y a crear acciones correctivas para evitar eventos futuros.
- La investigación de eventos es un método para compartir aspectos del rendimiento de las personas dentro de la organización.

Por lo tanto la importancia de este trabajo es estudiar e investigar concretamente lo relacionado a la seguridad aérea referente a la influencia que tiene el factor humano en el mantenimiento e inspección de aeronaves en Colombia y como inciden en los accidentes aéreos, ya que actualmente en el país el tema de prevención de accidentes y aseguramiento de calidad hace parte de un área muy amplia en el mejoramiento de la seguridad en tierra y en aire.

Esta investigación hace parte del área de seguridad aérea, además puede ser muy útil en el momento de afianzar los conceptos de factores humanos en el mantenimiento maximizando así la seguridad aérea, y es muy importante también lograr entender de que forma se puede minimizar la relevancia del error humano en el mantenimiento siendo este un elemento fundamental de los accidentes aéreos.

## 1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general: investigar y analizar la influencia directa los factores humanos en el mantenimiento e inspección de aeronaves como una de las principales causas de los accidentes aéreos y su importancia para el sector aeronáutico de nuestro país.

### 1.4.2 Objetivos específicos

- Entender la relevancia del error humano en los accidentes aéreos ya que constituyen el 80% de influencia en los accidentes.



- Conocer todo lo relativo a notificaciones de la OACI referente a lo relacionado con los factores humanos en mantenimiento e inspección de aeronaves.
- Analizar y definir las limitaciones y los factores tanto físicos como psicológicos los cuales influyen en el desempeño humano en los trabajos de mantenimiento aeronáutico.
- Analizar y conocer la importancia de la comunicación entre el personal de mantenimiento para que exista un efectivo trabajo en equipo.
- Analizar y concluir los resultados obtenidos para evitar errores en el mantenimiento e inspección de aeronaves.
- Estudiar la influencia de los ambientes físicos y tareas de mantenimiento para la prevención de los factores humanos.
- Entender los fundamentos básicos del factor humano y como afectan la seguridad de los técnicos e ingenieros de mantenimiento.

## 1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES DEL PROYECTO

1.5.1 Alcances: el alcance de este proyecto es cumplir con todos los objetivos planteados y afianzar los conocimientos sobre el factor humano en el mantenimiento de aeronaves como un elemento crucial en los accidentes e incidentes aéreos, además hacer parte de un campo de mucha importancia científica y de seguridad para el país.

1.5.2 Limitaciones: el proyecto se limitará en las siguientes condiciones:

- El estudio de factores humanos solo se analizará en la parte de mantenimiento e inspección de aeronaves

## 2. MARCO DE REFERENCIA

### 2.1 MARCO CONCEPTUAL

2.1.1 Seguridad: la palabra seguridad proviene del latín *securitas* la cual significa cualidad de seguro y seguro, significa: libre y exento de todo peligro, daño o riesgo. Seguridad representa: no admitir error ni duda, incapaz de fallar o engañar, conciencia de su valor, seguro de si mismo, firmeza.

- Seguridad en aviación: la seguridad es la ausencia de las condiciones que causa la muerte, lesiones o enfermedades a una persona, daños o pérdidas al equipo, a una propiedad o también daños al medio ambiente.

- Seguridad operacional: estado en el cual el riesgo de lesiones a las personas o daños a los bienes se reduce y se mantiene en un nivel aceptable, o por debajo del mismo, por medio de un proceso continuo de identificación de peligros y gestión de riesgo.

2.1.2 Factor: todas las causas que contribuyen a un defecto. Una o varias cosas que causas o influyen a algo.

- Factor humano desde el punto de vista médico:

- Proceso por el cual las características genéticas y físicas se transfieren de los padres a sus hijos.
- Es un campo de la ciencia que estudia el desempeño del ser humano en un sistema operacional (sistema aeronáutico), incorporando métodos y principios de Comportamiento (Comportamiento adquiridos en el hogar) en las ciencias sociales las cuales influyen en el desempeño de las personas (individual y grupal)

2.1.3 Investigación: proceso que se lleva a cabo con el propósito de prevenir los accidentes y que comprenden la reunión y el análisis de información, la obtención de conclusiones incluida la determinación de las causas y, cuando proceda, la formulación de recomendaciones sobre la seguridad.

- Accidente: todo suceso relacionado con la utilización de una aeronave, que ocurre dentro del periodo comprendido entre el momento en que una persona entra a bordo de la aeronave, con intención de realizar un vuelo y el momento en que todas las personas han desembarcado, durante el cual:

Cualquier persona sufre lesiones mortales o graves a consecuencia de:

- Hallarse en la aeronave, o
- Por contacto directo con cualquier parte de la aeronave, incluso las partes que se hayan desprendido de la aeronave, o por exposición directa al chorro de un reactor, excepto cuando las lesiones obedezcan a causas naturales, se las hayan causado una persona a sí misma o haya sido

causadas por otra persona o se trate de lesiones sufridas por pasajeros clandestinos escondidos fuera de las aéreas destinadas normalmente a los pasajeros y la tripulación.

- Incidente: todo suceso relacionado con la utilización de una aeronave, que no llegue a ser accidentes, que afecten o puedan afectar la seguridad de las operaciones.
- Incidente grave: incidente en el que intervienen circunstancias que indican que casi ocurrió un accidente.
- Causas: acciones, omisiones, acontecimientos, condiciones o una combinación de estos factores que determinen el accidente o incidente.
- Condiciones del lugar trabajo: factores que influyen directamente la eficiencia del personal en los lugares de trabajo en aviación.
- Falla activa: acciones u omisiones del personal (pilotos, controladores, mecánicos) que tienen un efecto adverso inmediato.
- Condición latente: condiciones presentes en el sistema antes del accidente que se evidencia por factores desencadenantes.

- Lesión grave: cualquier lesión sufrida por una persona en un accidente y que:
  - Requiera hospitalización durante más de 48 horas dentro de los siete días contados a partir de la fecha en que se sufrió la lesión; o
  - Ocasione la fractura de algún hueso (con excepción de las fracturas simples de la nariz o de los dedos de las manos o de los pies); o
  - Ocasione laceraciones que den lugar a hemorragia grave, lesiones a nervios, músculos o tendones; o
  - Ocasione daños a cualquier órgano interno; o
  - Ocasione quemaduras de segundo o tercer grado u otras quemaduras que afectan mas del 5% de la superficie del cuerpo; o
  - Sea imputable a contacto comprobado, con sustancias infecciosas o a la exposición a radiaciones perjudiciales.

2.1.4 Mantenimiento: la FAR parte 1, define mantenimiento como, la inspección, overhaul, reparación, preservación y reemplazo de componentes para mantener la integridad y el rendimiento de una aeronave.

- El mantenimiento es el proceso de asegurar que un sistema ejecute continuamente la función para la cual fue diseñado, dentro de un nivel de confiabilidad y seguridad.

La investigación de los aspectos del mantenimiento de una aeronave pueden abarcar factores, pero los más importantes son los siguientes:

Historial de utilización de la cédula, motores y otros componentes, horas voladas y número de aterrizajes.

Comprobar la incorporación de las modificaciones obligatorias y cumplimiento de las órdenes técnicas que le afectan.

Comprobar las tareas de mantenimiento de la aeronave conforme al plan establecido.

- Inspección: es un examen sistemático y planificado para el control de sistemas implantados en el establecimiento tanto de naturaleza técnica como de organización y gestión que un inspector aplica en una empresa para prevenir accidentes graves y limitar sus consecuencias, así como la verificación de la veracidad de la información facilitada y el establecimiento de programas de formación del personal en materia de seguridad

- Integridad Operacional: es la capacidad de una organización para realizar sus tareas de una manera eficaz, eficiente y segura, cumpliendo con todos los reglamentos internos y externos, oportunamente y con profesionalismo. (CALIDAD).

## 3. METODOLOGÍA

### 3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

El proyecto a realizar posee un enfoque histórico-hermenéutico, debido a que se basa en la recopilación y análisis de información para mejorar el estudio de los factores humanos.

### 3.2 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

- Tecnologías actuales y sociedad

Sub-Línea de facultad

- Control de procesos e instrumentación

Campo temático del programa

- Diseño de aeronaves

### 3.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

El proyecto se divide en diferentes etapas.



- La primera etapa se compondrá de la recopilación e investigación de información sobre factores humanos en mantenimiento e inspección de aeronaves.
- La segunda etapa análisis y estudio de la información obtenida.
- La tercera etapa consiste en la organización de la información y la conclusión del tema para darle un sentido claro y concreto.

### 3.4 HIPÓTESIS

- Se analizará y estudiará la influencia directa del error humano en el mantenimiento en los accidentes e incidentes aéreos.
- Se conocerá las limitaciones tales como la comunicación, los factores físicos, psicológicos, y otros factores que incidan directamente en el desempeño del personal en general en los trabajos de mantenimiento e inspección de aeronaves.
- Se comprenderá la importancia del ambiente y del lugar de trabajo y como estos influyen en el comportamiento, solución de problemas, en las tareas de mantenimiento, y en la seguridad aérea.

## 3.5 VARIABLES

### 3.5.1 Variables independientes

- Personal de mantenimiento e ingeniería.
- Normatividad y reglamentos ya establecidos por las autoridades aeronáuticas.

### 3.5.2 Variables dependientes

- Estado fisiológico y psicológico el cual puede influir en el desarrollo de las tareas y a su vez en las fallas que conlleven directamente a un accidente o incidente.
- Ambiente de trabajo.

## 4. DESARROLLO INGENIERIL

### 4.1 HISTORIA DE LOS FACTORES HUMANOS EN EL MANTENIMIENTO AERONAUTICO

A medida que la tecnología fue avanzando en la historia y la industria aeronáutica mejorando sus procesos de diseño y fabricación, los problemas relacionados con el comportamiento, las actitudes, las limitaciones, las aptitudes, y el conocimiento humano, se fueron convirtiendo en un tema de gran relevancia para la seguridad aérea.

La historia nos muestra que el factor humano se convirtió en uno de los elementos principales en los incidentes y accidentes aéreos. Ahora bien este tema abarca otros aspectos importantes relacionados los cuales engloban toda el área del sector aeronáutico, es decir, el factor humano, se relaciona directamente con tripulación, controladores aéreos, y *personal de mantenimiento e inspección*.

“En 1985, un boeing 747 de la empresa Japan Airlines sufrió una descompresión rápida en vuelo, provocada por el fallo de un manparó de presión de la parte posterior cuya reparación había sido realizada de manera incorrecta (falla latente). Por consiguiente la sobrepresurización del plano de cola y la onda expansiva debida a la ruptura explosiva del manparó de presión esférico hicieron que fallara el sistema de control y eso conllevó la destrucción de la aeronave con gran pérdida de vidas humanas”<sup>1</sup>.

---

1. Boeing 747 SR-100, informe publicado por la comisión de investigación de accidentes de aeronaves de Japón.

En abril de 1988, un Boeing 737 de la empresa Aloha Airlines sufrió un fallo estructural de la parte superior del fuselaje. Finalmente, la aeronave consiguió aterrizar perdiéndose solamente la vida de una persona. Este accidente se atribuyó a la práctica de mantenimiento inapropiadas (fallas latentes) que no permitieron detectar a tiempo un deterioro estructural progresivo.<sup>2</sup>

El 10 de junio de 1990, una aeronave BAC 1-11 (vuelo 5390 de la empresa British Airways) despegó del aeropuerto internacional de Birmingham con dirección a Málaga, España. El copiloto se encargó del despegue y, una vez ya bien avanzado el ascenso, el piloto al mando se hizo cargo de la aeronave según los procedimientos de operación normales establecidos por el explotador. En ese momento, ambos pilotos soltaron sus arneses y el piloto al mando aflojó el cinturón de seguridad. Cuando la aeronave efectuaba su ascenso a una altitud de 17 300 pies, se oyó un fuerte estampido y el interior del fuselaje se llenó de bruma causada por la condensación. El parabrisas del puesto de pilotaje se había reventado y desprendido, el piloto al mando había sido aspirado en parte a través del orificio del parabrisas. El copiloto recuperó el control de la aeronave e inició descenso rápido. La investigación demostró que el accidente había ocurrido porque no se había colocado adecuadamente al parabrisas, dado que se había utilizado los tornillos equivocados.<sup>3</sup> (Anexo C).

El 11 de septiembre de 1991, una aeronave Embraer 120<sup>4</sup> en vuelo 2574 de la empresa Continental Express salió del aeropuerto internacional de Laredo, Texas, con dirección al aeropuerto internacional de Houston. La aeronave experimentó una ruptura estructural repentina durante el vuelo y se estrelló, muriendo la

---

2. National Transportation Safety Board. Aircraft Accident Report, Aloha Airlines Flight 243.

3. AAIB, informe sobre accidentes de aeronaves 1/92, report on the Accident to BAC 1-11.

4. National Transportation Safety Board. Aircraft Accident Report, Continental Express Flight 2574.

totalidad de los 13 pasajeros que se encontraban a bordo. La investigación mostró que el accidente había ocurrido porque no se había colocado debidamente los tornillos de sujeción de la parte superior izquierda del borde de ataque del estabilizador horizontal, de manera que la estructura de montaje del borde de ataque de descongelamiento había quedado solo fijada al estabilizador horizontal por los tornillos de sujeción inferior.

4.1.1 Modelo SHELL: el modelo "SHELL" fue primeramente propugnado por el Profesor Elwyn Edwards en 1972 y posteriormente se preparó un diagrama modificando para ilustrar dicho modelo, que realizó el Comandante Frank Hawkins en 1975 (figura 1). Los bloques componentes del modelo SHELL (cuyo nombre se deriva de las letras iniciales de sus componentes en inglés):

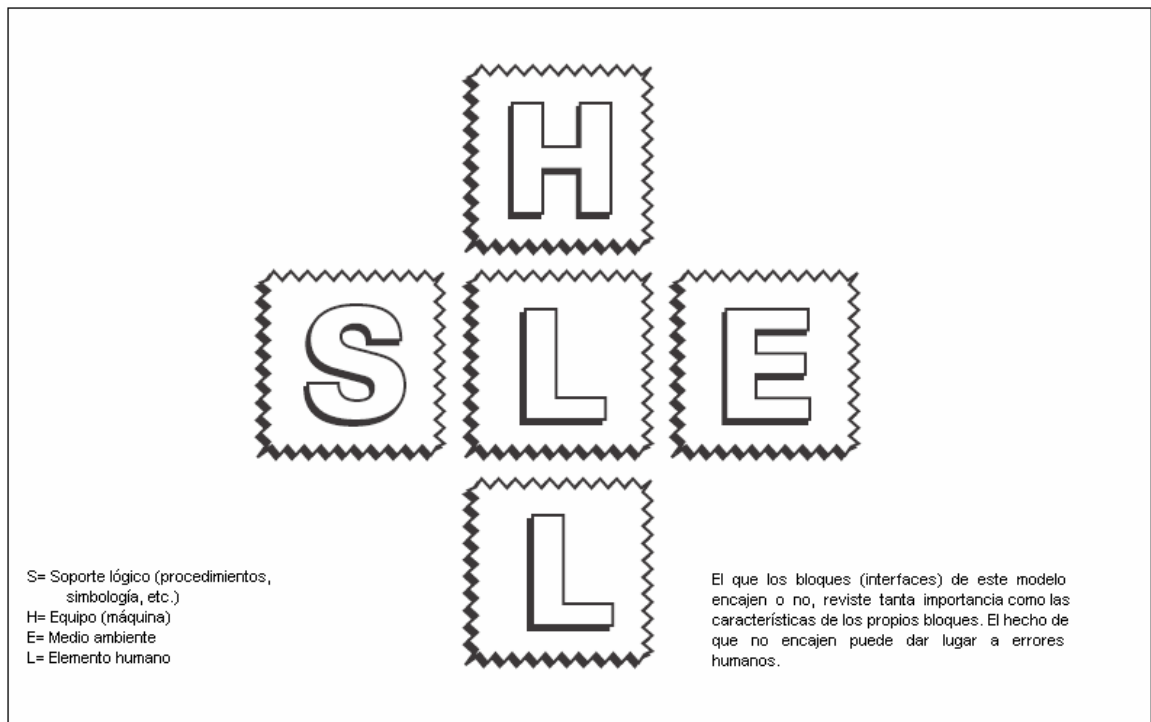
- Soporte lógico (Software)
- Equipo (Hardware)
- Ambiente (Environment)
- Elemento Humano (Liveware)

Se disponen de manera que ofrecen ya una representación gráfica de la necesidad de aparear los bloques. En este sentido se sugieren las siguientes interpretaciones respecto al ámbito abarcado por esos términos:

- Elemento Humano (Ser humano)
- Equipo (Maquina)
- Soporte Lógico (Procedimientos, Simbología, etc.)
- Ambiente (las condiciones en que debe funcionar el sistema L-H-S)

Este diagrama de bloques no abarca las interfaces que se producen fuera de los factores humanos (por ej., entre el equipo-equipo, equipo-ambiente, soporte lógico-equipo), y el diagrama solo pretende ser una ayuda para comprender los factores humanos.

Figura 1. Modelo SHELL (adaptación de Hawking, 1975)



Fuente: Circular OACI 253-AN/151.

El elemento humano (liveware) (es decir la persona) se encuentra en el centro del modelo. El ser humano se considera en general el componente más crítico y más flexible del sistema. Pero las personas están sujetas a considerables variaciones en su desempeño o performance y sufren muchas limitaciones, la mayoría de las cuales son actualmente previsibles en sus aspectos generales. Los bordes del bloque no son rectos sino dentados y por ello los demás componentes del sistema

deben ajustarse cuidadosamente si se quieren evitar estreses en el sistema y su eventual ruptura. A fin de lograr dicho apareamiento, es indispensable comprender las características de este componente central. He aquí algunos ejemplos de esas importantes características:

**Tamaño y formas físicas.** En la concepción del lugar de trabajo y del equipo desempeñan una función vital las medidas y movimientos del cuerpo, que pueden variar de acuerdo con factores como la edad, la procedencia étnica y el sexo. Los aspectos relativos a factores humanos deben proporcionar en una de las primeras etapas del proceso de diseño y los datos al respecto se obtienen de la antropometría, biomecánica y cinesiología.

**Necesidades físicas.** Las necesidades de las personas, tales como alimentos, agua y oxígeno, son estudiadas por la fisiología y la biología humanas.

**Características aportadas (insumos).** Los seres humanos están dotados de diversos sistemas sensoriales que le permiten recopilar información tanto del mundo externo como de su propio mundo interno, y los faculta para responder a los acontecimientos y para llevar a cabo las tareas necesarias. Pero todos los sentidos están sujetos a degradación por una razón u otra y las fuentes de conocimiento en este campo son entre otras la psicología y la fisiología.

**Tratamiento de la información.** También en este caso las fuentes humanas tienen limitaciones. Con frecuencia, el diseño deficiente de instrumentos y sistemas de alerta ha sido el resultado de no haber tomado en cuenta la capacidad y las limitaciones de tratamiento de la información por el ser humano. A este respecto influyen factores tales como el estrés, la motivación, y la memoria a corta y largo plazo. La psicología y las ciencias cognitivas son las fuentes de conocimientos básicos en este campo.

Características salientes (producto). Una vez detectadas y procesada la información, se toma decisiones y se envían mensajes a los músculos para iniciar la respuesta deseada. Las respuestas pueden hacerse en forma de un movimiento de control físico o pueden consistir en la iniciación de alguna forma de comunicación. Hay que conocer en este sentido las fuerzas de control aceptables y la dirección del movimiento, para lo cual la biomecánica, la fisiología y la psicología suministran los conocimientos básicos requeridos.

Tolerancias ambientales. Los factores ambientales tales como la temperatura, las vibraciones la presión, la humedad, el ruido, la hora, la cantidad de luz y las fuerzas de gravedad (fuerzas-G) pueden repercutir en la performance y el bienestar del ser humano. Las alturas los espacios encerrados y un ambiente de trabajo aburrido o lleno de tensión pueden influir sobre el comportamiento y el rendimiento o performance del ser humano. A este respecto la información de base la proporcionan la medicina, la psicología, la fisiología y la biología.

El elemento humano es el núcleo del modelo SHELL sobre factores humanos. Los componentes restantes deben adaptarse y aparearse a este componente central.

Elemento humano-equipo: Esta interfase es la que más corrientemente se considera cuando hablamos de sistema ser humano-maquina, a saber: el diseño de los asientos para ajustarlos a las características del cuerpo humano sentados; de pantallas que se ajustan a las características sensoriales y de procedimientos de información del usuario; de controles dotados de movimientos, codificaciones y ubicación apropiados. Puede ser que el usuario no se de cuenta de las deficiencias L-H, aun cuando finalmente pueda provocar un desastre, porque la gran virtud que es la adaptabilidad del ser humano acaso encubra los defectos de tal deficiencia. Sin embargo, la deficiencia sigue existiendo y puede constituir un peligro potencial. La ergonomía se ocupa en su mayor parte, aunque no exclusivamente, de los asuntos dimanantes de esta interfaz.



Elemento humano-soporte lógico: esto abarca la interfaz entre el ser humano y los aspectos no físicos del sistema, tales como los procedimientos, la presentación general de manuales y lista de verificación, la simbología y los programas de computadora. En esta interfaz, los problemas tal vez sean menos tangibles que los involucrados en la interfaz L-H y, en consecuencia, más difíciles de detectar y resolver (por ejemplo, la mala interpretación de listas de verificación o la simbología)

Elemento humano-ambiente: la interfaz ser humano-ambiente fue una de las que primero se reconoció en aviación (vuelo). Inicialmente, las medidas tomadas en este contexto tenían por objetivo adaptar al ser humano para afrontar el ambiente (por ejemplo, mediante la utilización de cascos, trajes de vuelo, mascarás de oxígeno y trajes gravitatorios, es decir contra fuerzas G) Mas tarde se hicieron esfuerzos por modificar el ambiente para ajustarse a los requisitos del ser humano (por ejemplo, mediante presionización, aire acondicionado, e insonorización). Nuevos desafíos han surgido hoy, sobre todos los peligros de las concentraciones de ozono y de la radiación a altos niveles de vuelo y los problema relacionados con la perturbación de los ritmos biológicos y de sueño debido a la gran velocidad con que se efectúan los viajes transmeridianos. Dado que las ilusiones y la desorientación están involucrados en muchos sucesos aeronáuticos, la interfaz L-E también debe tomar en consideración los errores de percepción provocadas por las condiciones ambientales (por ejemplo, las ilusiones experimentadas durante la aproximación y el aterrizaje). El sistema de la aviación funciona dentro del contexto de amplia restricciones administrativas, políticas y económicas. Estos aspectos del ambiente interactúan con el ser humano a través de esta interfaz. Aunque la introducción de modificaciones de los practicantes de factores humanos, dichas modificaciones deben ser examinadas y tratadas por quienes se encuentran en puestos de gestión y tienen capacidad para hacerlo.

Elemento humano-elemento humano: se trata de la interfaz entre personas. La instrucción y la verificación de pericia de las tripulaciones de vuelo se han realizado tradicionalmente entre forma individual. Si cada miembro de la tripulación era idóneo, se suponía que el grupo constituido por estas personas sería también idóneo y eficiente. Sin embargo no siempre ha resultado así, y durante muchos años se ha dedicado una creciente atención al fracaso del trabajo en equipo. La tripulación de vuelo funciona como grupo y las influencias del grupo ejercen una función importante que determina el comportamiento y el rendimiento. En esta interfaz hay que tener en cuenta los aspectos de liderazgo, cooperación de la tripulación, trabajo en quipo, e interacción de personalidades.

4.1.2 Modelo de James Reason: en la figura (figura 2) se presenta una versión modificada del modelo Reason que trata de las causas de accidentes, mostrándose el modelo en que los seres humanos contribuyen a la falla de un sistema complejo. Desde su introducción en 1990, se han distribuido distintas variaciones de ese modelo entre los especialistas a cargo de factores humanos y prevención de accidentes, incluyéndose un modelo revisado del propio Profesor Reason realizada en 1993.

El profesor Reason ve la industria aeronáutica como un sistema de producción complejo. Uno de los elementos básicos del sistema consiste en la persona que toma decisiones (Dirección superior, órgano directivo de la empresa u organización), que tiene la responsabilidad de establecer los objetivos y manejar los recursos disponibles para lograr y equilibrar dos metas distintas: la seguridad y el transporte puntual y rentable de pasajeros y carga. Un segundo elemento clave es la gestión jerárquica, también denominada en los textos con los nombres de gerencia intermedia y gestión de operación, o sea aquellos que ejecutan las decisiones adoptadas por la dirección superior. Para que las decisiones de la dirección superior y las medidas de gestión jerárquica den lugar a actividades

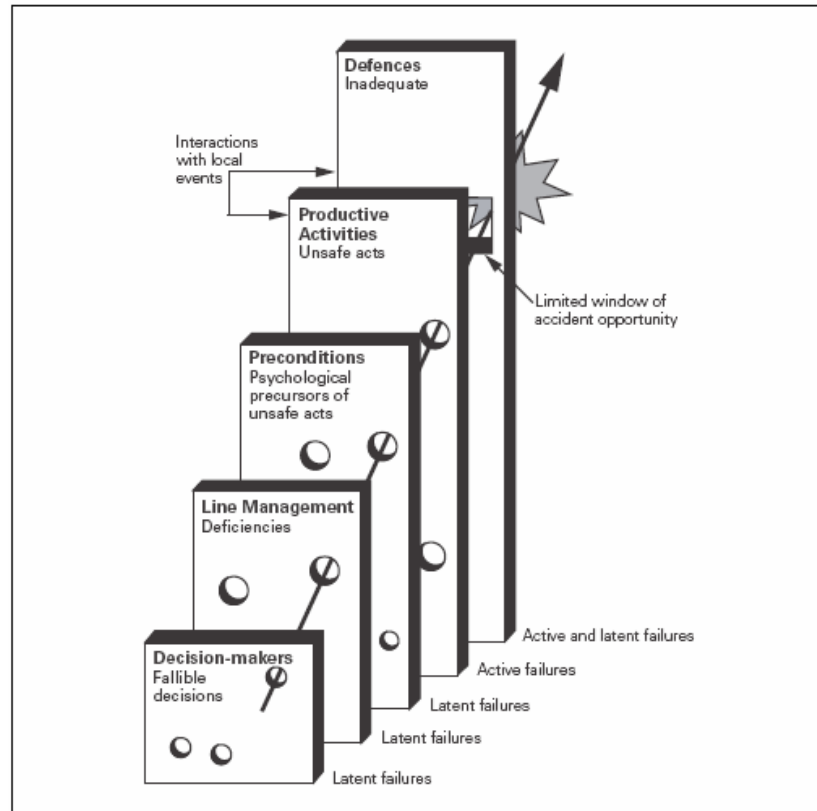
productivas y eficaces por parte de los recursos humanos intervinientes, deben existir ciertas **condiciones previas**. Por ejemplo, debe disponerse de equipos y el mismo debe ser fiable, los recursos humanos deben disponerse de capacitación, conocimiento y motivación y las condiciones ambientales deben ser seguras. El elemento final, o sea las defensas o salvaguardias, existen habitualmente para prevenir lesiones previsibles, daños o costosas interrupciones del servicio.

El modelo Reason muestra el modo en que los humanos contribuyen a la falla de estos sistemas complejos, interactivos y bien organizados – como por ejemplo en la aviación comercial – y a producir un accidente. En el contexto aeronáutico. “bien organizado” se refiere a reglas estrictas, elevadas normas y equipos de supervisión sofisticado en existencia. Debido al progreso tecnológico y a las excelentes defensas, rara vez los accidentes se producen exclusivamente a partir de errores del personal de operaciones (operadores al frente de las operaciones) o como resultado de fallas importancia de equipo. En cambio, los accidentes son mucho más bien consecuencias de las interacciones de una serie de fallas o defectos ya presentes en el sistema muchas fallas no son visibles inmediatamente y tienen consecuencia ulteriores.

Las fallas pueden ser de dos tipos, según el carácter inmediato de su consecuencia. Una **falla activa** constituye un error o una violación que tiene un efecto adverso inmediato. Estos tipos de errores los comete habitualmente el operador al frente de las operaciones. Un piloto que levanta la palanca del tren de aterrizaje en vez de la palanca de los flaps constituye un ejemplo de este tipo de fallas. Un **falla latente** es el resultado de una decisión o de una medida adoptada mucho antes de un accidente, cuyas consecuencias pueden estar latentes durante largo tiempo. Este tipo de fallas tienen su origen habitualmente al nivel de quien toma decisiones, establece normas o está a cargo de la gestión de la operación, es decir personas muy alejadas del evento en el tiempo y en el espacio. Una decisión de fusionar las compañías sin proporcionar entrenamiento para

normalizar los procedimientos de operaciones ilustra una falla latente. Estas fallas pueden también introducirse a cualquier nivel del sistema por la condición humana, por ejemplo, debido a una motivación pobre o a la fatiga.

Figura 2. Modelo de James Reason de causas de accidentes



Fuente: Circular OACI 253-AN/151

Las fallas latentes que se originan en decisiones cuestionables o acciones incorrectas, aun cuando no sean dañosas si ocurren aisladamente, pueden interactuar para “una ventana de oportunidad” para que un piloto, un controlador de tránsito aéreo o un mecánico cometan una falla activa que quebranta todas las defensas del sistema y tienen por consecuencia un accidente. Son los que enfrentan una situación en la que problemas técnicos, condiciones adversas o sus

propias acciones revelarán fallas latentes presentes en un sistema. En un sistema bien organizado, las defensas funcionan el resultado es un incidente; cuando no funcionan, se produce el accidente.

#### 4.2 ERROR HUMANO:

Desde hace mucho tiempo se reconoce que el rendimiento humano es imperfecto. Cerca de dos mil años atrás, el filósofo romano Cicerón advirtió “esta en la naturaleza del hombre cometer errores”<sup>5</sup>. Se trata de un hecho inequívoco que cuando los hombres y las mujeres están involucrados en una actividad un error humano puede ocurrir en cualquier punto.

Es evidente que la ingeniería de mantenimiento de aeronaves, depende de la competencia entre los ingenieros. Ejemplos son presentados en el capítulo 1 “los incidentes atribuibles a factores humanos / error humano. OACI” y a través del resto de este documento se resaltan los errores que en ingeniería de mantenimiento de aeronaves han generado los accidentes e incidentes en aeronaves.

En el pasado, los componentes y sistemas de las aeronaves eran relativamente poco fiables. Las aeronaves modernas en cambio se han diseñado y fabricado para ser altamente confiables. Como una consecuencia, hoy en día es más común escuchar que los accidentes e incidentes en la aviación han sido causados por errores humanos.

---

5. Marco Tulio Cicerón. (Arpino, 106 a.d.C. - 43 a.d.C). Filósofo romano.

En la siguiente cita, se puede ver la ilustración de cómo los ingenieros de mantenimiento desempeñan un papel importante en función de la confiabilidad del mantenimiento de aeronaves modernas:

“Las aeronaves civiles están diseñadas para volar de forma segura por un número ilimitado de tiempo, donde los defectos son siempre detectados y reparados. La seguridad se convierte en el concepto más importante cuando tratamos el tema de detección y reparación de las fallas en las estructuras de la aeronave. En un punto de partida ideal del sistema, todos los defectos que pudieran afectar la seguridad de los vuelos se habrán previsto de antemano y habrán sido localizados antes de que el problema sea más grave y peligroso, y eliminados por una reparación efectiva. En cierto sentido, entonces, hemos cambiado el sistema de seguridad de uno de los defectos físicos en las aeronaves a uno de los errores en el complejo sistema humano centrado.”<sup>6</sup>

En el resto de este capítulo hablamos de las diferentes formas en las cuales el error humano ha sido conceptualizado. Se considera que los tipos de errores ocurren durante el mantenimiento de aeronaves y es importante señalar las implicaciones de estos errores que no han sido avistados y corregidos. Finalmente el significado del manejo del error humano en el mantenimiento de aeronaves se discutirá.

4.2.1 Modelos de errores y teorías: para analizar los tipos de errores que se pueden cometer, los investigadores han buscado el error humano de varias maneras y han propuesto diversos modelos y teorías. Estos intentan captar la naturaleza del error y sus características, para ilustrar esto, los siguientes modelos y teorías se destacan:

---

6. Drury, C.G. (1991) Errors in Aviation Maintenance: Taxonomy and Control. In: Proceedings of the Human Factors Society 35th Annual Meeting, pp. 42-46.

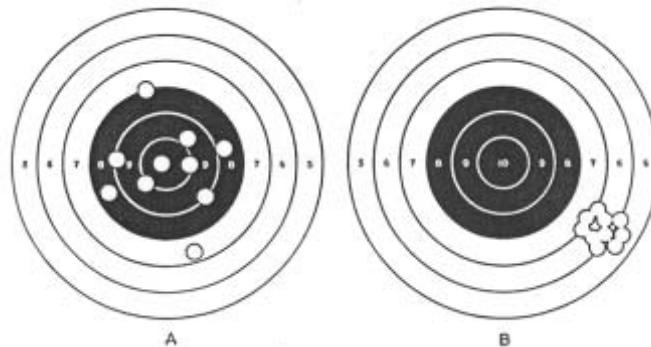
- Errores de diseño frente a los errores inducidos por el operador.
  - Errores variables frente a los errores constantes.
  - Errores reversibles frente a los errores irreversibles.
  - Fallas y errores.
  - Comportamiento basado en la destreza, reglas y el conocimiento, y errores asociados.
  - El modelo del queso suizo (Modelo Reason).
- 
- Errores inducidos por el operador versus errores de diseño: en aviación, el énfasis está a menudo puesto sobre el error o errores de los operadores, en donde se incluye la tripulación, controladores de tráfico aéreo, y los ingenieros de mantenimiento de aeronaves.

Sin embargo, los errores pueden haber sido cometidos antes de que la aeronave despegue, es decir, errores cometidos por los ingenieros de diseño. Esto puede significar que, incluso si una aeronave es mantenida y volada cumpliendo los requerimientos para los cuales fue diseñado, en el caso de que tenga errores de diseño esto puede comprometer la seguridad operacional. Alternativamente, una falla en los procedimientos en cualquier aerolínea, en la organización de mantenimiento o en el manejo del control del tráfico aéreo puede también generar problemas operacionales.

Es común encontrar cuando se realizan las investigaciones de incidentes o accidentes que más de un error ha sido cometido por más de una persona. Esto puede ser que, solo cuando ciertas combinaciones de errores aparecen y las “defensas” para evitar los errores son violadas será comprometida la seguridad.

- Errores constantes versus errores variables: el profesor Reason discute dos tipos de errores humanos: los variables y los constantes. En la figura 3 podemos ver los **errores variables** en la figura (A) que suceden al azar en la naturaleza, mientras que los **errores constantes** en la figura (B) siguen alguna variedad de consistencia, o patrón sistemático. La implicación es que los errores constantes pueden ser predecidos y por lo tanto controlados, mientras que los errores variables no pueden ser predecidos y son mucho más difíciles de controlar. Si nosotros conocemos lo suficiente acerca de la naturaleza de las tareas, el ambiente en el cual se desarrollan, los mecanismos con los cuales se desarrollan, y la naturaleza del individuo, se tendrán grandes posibilidades de predecir el error.

Figura 3. Errores constantes versus errores variables.



Fuente: Reason, Error humano, 1990<sup>7</sup>

Un patrón de 10 disparos realizados por dos tiradores. El tirador A exhibe un patrón de error no constante, pero grandes errores variables, el tirador B exhibe un patrón de grandes errores constantes pero pequeños errores variables. Este último será, potencialmente, más fácil de predecir y corregir.

---

7. REASON, James. Human Error. Cambridge. Universidad de Cambridge. 1990.



Sin embargo, es difícil tener suficiente información, para permitir hacer predicciones, generalmente solo podemos predecir a lo largo de las líneas de las “tareas de re-ensamble que es donde mas ocurren errores en comparación con las tareas de desensamble”, o por ejemplo “un ingeniero es mas susceptible a cometer un error a las 3 de la mañana, después de tener un periodo de trabajo de 12 horas, que el ingeniero comienza a las 10 de la mañana y solo ha trabajado 2 horas. Es posible mejorar esas predicciones cuando exista más información, pero habrá siempre errores que sucedan al azar o elementos los cuales no podrán ser predecidos.

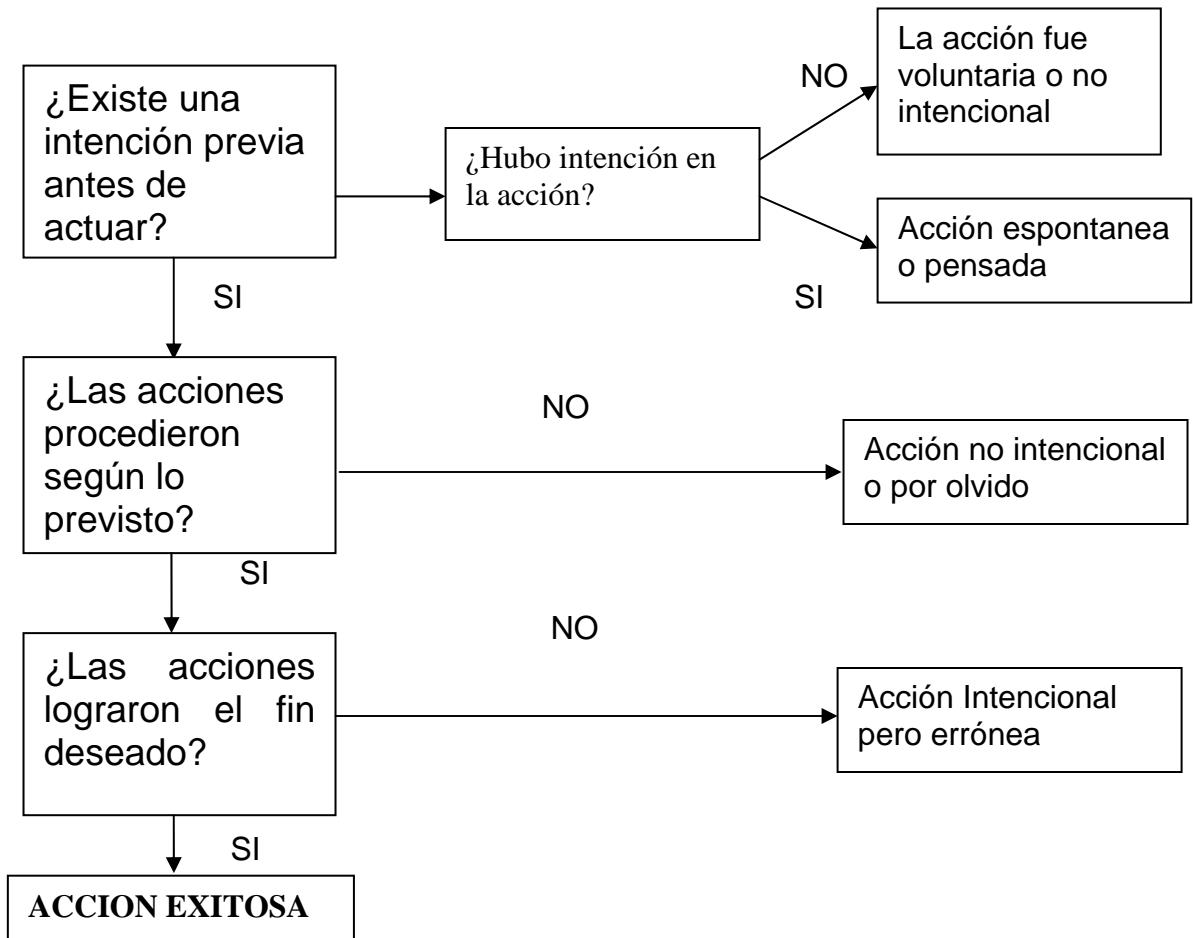
- Errores irreversibles versus errores reversibles: otra vía para categorizar los errores es determinar si existen errores reversibles o irreversibles.

Un buen sistema de diseño o de procesos podría significar que los errores cometidos por los ingenieros de mantenimiento son reversibles. Esto significa, que si un ingeniero instala una parte incorrectamente, esta debe ser tachada y corregida antes de que la aeronave sea puesta en servicio.

- Faltas, fallas y errores: la razón por la que resaltamos el concepto de “intención” cuando se considera la naturaleza del error, nos genera preguntas como:
  - ¿Son las acciones dirigidas por alguna intención específica?
  - ¿Las acciones son llevadas a cabo tal como son planeadas?
  - ¿Se cumplen los objetivos?

Reason entonces sugiere que el error se clasifica basado en las respuestas a esas preguntas tal como se ve en la figura 4.

Figura 4. Tipos de error basado en la intención.



Fuente: Reason, Error humano, 1997

Las equivocaciones mas conocidas son el **error**, la **distracción**, y el **olvido**.

- Los errores son un tipo específico de error en donde una intención o plan es defectuoso, por ejemplo, alguien hace algo creyendo que esta haciendo lo correcto cuando por el contrario, lo esta haciendo mal, por ejemplo, un error tal como una mala selección de un perno para la instalación de un parabrisas.

- La distracción es la omisión o fallo de una actividad, por ejemplo, cuando alguien ha fallado haciendo alguna actividad debido a que estaba distraído o con problemas de memoria o falta de atención, por ejemplo, olvidar reemplazar un cowling de un motor.
- El olvido puede ser una idea no llevada a cabo o que ha sido planeada y no se ha desarrollado, por ejemplo, no seguir los pasos en un procedimiento.

Las violaciones algunas veces parecen ser errores humanos, pero es un concepto diferente a olvido, distracción, o error porque estos son acciones deliberadas, por ejemplo, alguien realiza algo sabiendo que va contra las reglas. Los ingenieros de mantenimiento pueden considerar que la violación no es realizada con mala intención. Sin embargo, los procedimientos deben ser seguidos apropiadamente para ayudar a mejorar la seguridad.

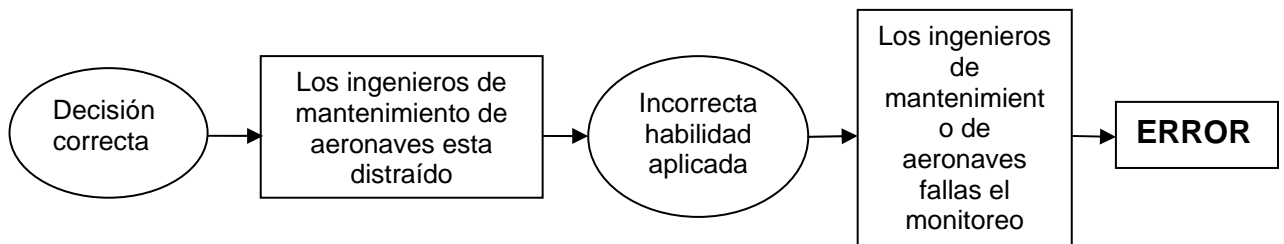
- Destrezas, reglas, y comportamientos basados en el conocimiento y errores asociados: la conducta de un ingeniero de mantenimiento puede ser dividida en tres distintas categorías: la conducta basada en la habilidad, basada en las reglas, y basada en el conocimiento.
  - La conducta basada en la habilidad depende de lo que se aprenda en la rutina o en los programas motor que han sido aprendidos con la practica y pueden ser ejecutadas sin conciencia.
  - La conducta basada en las reglas es la cual el comportamiento se basa en seguir los procesos. Los componentes de una conducta basada en las reglas puede comprender un grupo de habilidades discretas.

- o La conducta basada en el conocimiento es la cual en la que no se establecen procedimientos. Esto requiere evaluar la información, y por lo tanto utilizar su conocimiento y experiencia para formular un plan para solucionar un problema.

Cada uno de esos tipos de conductas tiene errores específicos asociados.

Los ejemplos de los errores en la conducta basada en habilidades son acciones que se relacionan con el olvido, el ambiente y la reversión. El ejemplo dado en la figura 5 consiste en las necesidades del ingeniero y cual es la clave para desarrollar un trabajo, y determinar que esta mal y cuales fallas puede cometer que conduzcan a un desarrollo incorrecto de una labor.

Figura 5. Conducta basada en habilidades



Fuente: Reason, Error humano, 1997

La reversión puede ocurrir una vez cierto patrón de comportamiento ha sido establecido, principalmente porque este puede ser muy difícil de abandonar. Por lo tanto, un ingeniero puede accidentalmente llevar a cabo un proceso que él ha utilizado por años, incluso aunque este ha sido recientemente revisado.

La conducta basada en reglas es generalmente bastante resistente y esta se da por el uso de procedimientos y reglas enfatizadas en el mantenimiento de aeronaves. Por ejemplo, un ingeniero puede cometer una falta y aplicar el procedimiento erróneo, por lo tanto no aclarar la falla. Los errores algunas veces ocurren debido a la falta de procedimientos.

Los errores en la conducta basada en el conocimiento son relacionados a la falta de conocimiento o de interpretación de los procesos. Un ejemplo de esto puede ser cuando un ingeniero atiende una tarea de reparación con la cual no está familiarizado y asume que él puede realizarlo.

4.2.2 Tipos de error en las tareas de mantenimiento: dentro de la industria aeronáutica cometer errores es inevitable. Cualquier tarea de mantenimiento ejecutada en una aeronave es una oportunidad para que el factor humano sea introducido.

- Un error que resulta en un específico problema aeronáutico que no sucedió antes de que la tarea de mantenimiento fuera iniciado.
  - Un error que resulta de una condición insegura o no deseada en el momento que se desarrolla una tarea de mantenimiento para detectar problemas en la aeronave.
- 
- Errores menos frecuentes durante las tareas de mantenimiento: una gran parte de las tareas de mantenimiento son la rutina, tal como chequeos periódicos o regulares. De esta manera, los ingenieros utilizan ciertos grupos de procedimientos relativamente frecuentes los cuales llevan como consecuencia a la distracción, olvido o a cometer errores en los procedimientos en el hangar o en el mantenimiento de línea. Los errores pueden ocurrir si no se mantiene informado

de los cambios que ocurren en los procedimientos utilizados frecuentemente. Estas tareas de rutina son también propensas a cometer errores como la complacencia.

- **Infracciones en el mantenimiento aeronáutico:** es un hecho infortunado que las infracciones ocurran en el mantenimiento de aeronaves. Es muy raro encontrar que exista algún tipo de vandalismo o sabotaje, sin embargo, esto representa un componente significativo para la seguridad, tal como los sistemas que son diseñados asumiendo que el personal seguirá los procedimientos. Existen 4 tipos de infracciones:

- Infracción de rutina.
- Infracción situacional.
- Infracción de optimización.
- Infracción excepcional.

La infracción de rutina es la cual tiende a convertirse en “la ruta normal para hacer algo” dentro de un grupo de trabajo. Los grupos pueden convertir la rutina en un número de razones: los ingenieros pueden creer que los procedimientos pueden estar sobre los conceptos prescriptivos y violarlos para simplificar las tareas, para ahorrar tiempo o esfuerzo.

La infracción situacional ocurre debido a los factores particulares que existen al tiempo, tales como presión de tiempo, alta carga de trabajo, procedimientos no trabajables, herramientas inadecuadas, pobres condiciones de trabajo. Esto ocurre a menudo cuando, para tener la labor realizada, los ingenieros consideran que los procedimientos no pueden ser seguidos.

La infracción de optimización envuelve el concepto de quebrar las reglas. Existen a menudo muchas no relacionadas a las tareas actuales. La persona que solo utiliza la oportunidad para satisfacer las necesidades personales.

La infracción excepcional es tipificada por las tareas particulares o circunstancias operacionales que hacen que las violaciones sean inevitables, sin importar que tan bien intencionado sea el ingeniero.

La presión del tiempo y la alta carga de trabajo incrementan la probabilidad de que ocurran todos los tipos de infracciones. Actualmente los riesgos pueden ser mucho más altos.

- Errores debido a las prácticas y hábitos personales: donde los procedimientos permiten alguna ruta de salida, los ingenieros de mantenimiento a menudo desarrollan sus propias **estrategias** o métodos para llevar a cabo las tareas. A menudo, una buena regla o principio para llevar a cabo las tareas son las que han sido utilizadas satisfactoriamente en el pasado. Estas buenas reglas se convierten en las “**reglas del pulgar**” que un ingeniero puede adoptar para utilizarlas día a día. Los problemas ocurren cuando la regla o principio se aplica de mala manera. Por ejemplo, un acople de una tubería es normalmente roscado con la mano derecha pero aplicando esta “buena regla normalmente” a una tubería de oxígeno (que tiene un roscado diferente) puede resultar en un daño de la tubería. También, puede haber daños en la aplicación de las reglas basadas en la experiencia si, por ejemplo, la filosofía de diseño es distinta, tal como en el caso de Boeing y Airbus. Esto puede haber sido un factor en el incidente donde se bloqueó el spoiler del A320, donde la diferencia de operación del spoiler es muy sutil entre el A320 y el B767 lo que significa que la acción que podría haber sido apropiada en el B767 es inapropiada en el caso del A320.

En complemento, los ingenieros pueden aprender algunas “malas reglas”, en donde los **malos hábitos** durante su vida de trabajo han sido adquiridos.

- Errores asociados con la inspección visual: existen también dos tipos particulares de error el cual se refiere al contexto de la inspección visual, llamados **errores Tipo 1** y **errores Tipo 2**. Un error tipo 1 ocurre cuando un ítem es incorrectamente identificado como defectuoso. Un error Tipo 2 ocurre cuando un ítem defectuoso es olvidado. Los errores Tipo 1 no son asunto de seguridad por si mismos, excepto cuando significan que estos recursos no están siendo utilizados mas efectivamente. Los errores Tipo 2 son mas preocupantes si la falla sigue sin ser detectada, lo que puede tener serias consecuencias.

- Los estudios de Reason en la ingeniería de mantenimiento de aeronaves: Reason analizó los reportes de 122 incidentes de mantenimiento que ocurrieron dentro de una aerolínea durante un periodo de 3 años. El identifico las principales causas siendo esas:

- Omisión (56%).
- Instalaciones incorrectas (30%).
- Partes erróneas (8%).
- Otro (6%).

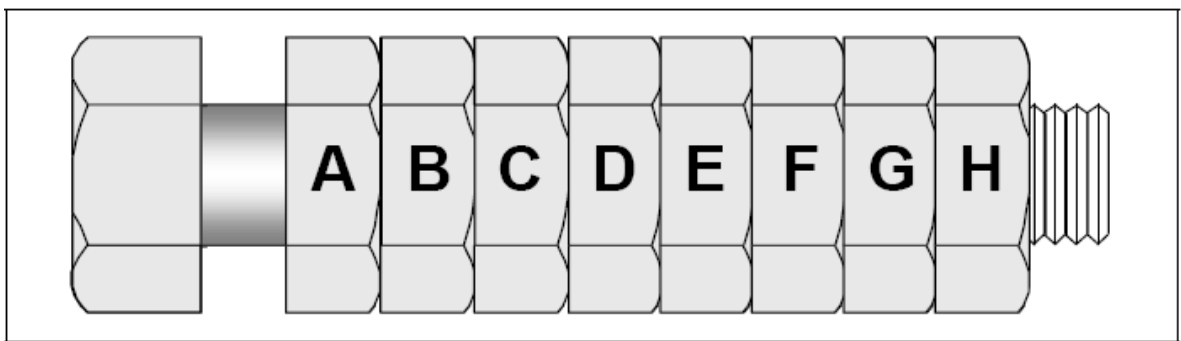
Es probable que las conclusiones de Reason sean representativas para la industria del mantenimiento de aeronaves. La omisión puede ocurrir por una variedad de razones, tales como olvidar, o descuidar los procedimientos, debido a una distracción. Reason ilustra su teoría con un simple ejemplo de un perno y muchas tuercas (figura 6), en donde se realizan las preguntas:



(a) ¿Cuántas formas pueden haber para que sean desensambladas las tuercas?  
(La respuesta es: Solo hay una única forma, desensamblando una por una).

(b) ¿Cuántas formas pueden haber para que sean re ensambladas las tuercas?  
(La respuesta es acerca de 40,000, excluyendo los errores por omisión).

Figura 6. Ejemplo de Reason (El perno y tuercas).



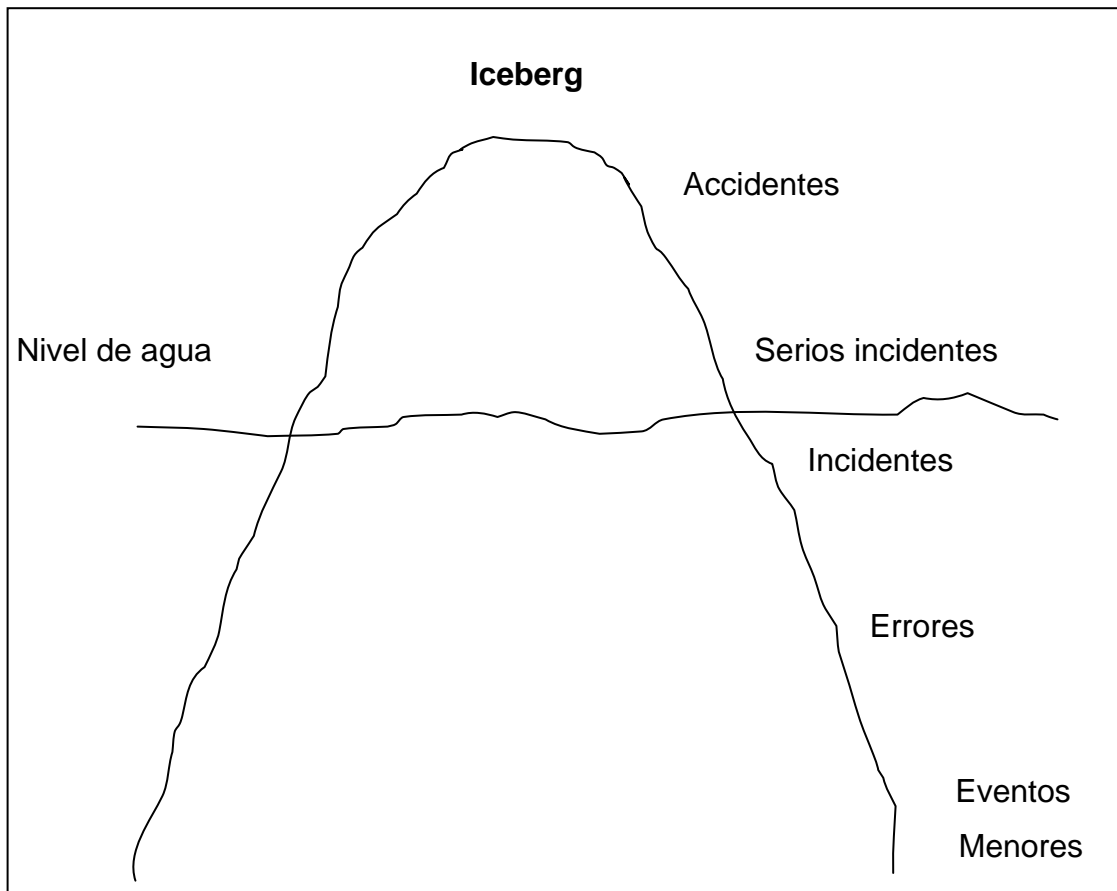
Fuente: Reason, Error humano, 1997

4.2.3 Implicación de los errores (accidentes): en el peor de los casos, los errores humanos en el mantenimiento de aeronaves pueden causar accidentes. Sin embargo, como es ilustrado en la figura 6, los accidentes son una manifestación observable del error. Tal como un Iceberg el cual tiene la mayor parte de su masa por debajo de la línea de agua, la mayoría de los errores no dan como consecuencia los accidentes actuales.

Los errores que no causan accidentes pero que causan problemas son conocidos como **incidentes**. Algunos incidentes tienen un nivel más alto que otros, tales como los errores causan eventos significativos en vuelo. Otros incidentes son más comunes y no se convierten en serios porque existen **defensas** construidas dentro

del sistema de mantenimiento. Sin embargo, todos los incidentes son significativos para la industria del mantenimiento aeronáutico.

Figura 7. El “modelo del Iceberg” de accidentes



Fuente: Reason, Error humano, 1997

Es probable que una gran proporción de los errores cometidos por los ingenieros de mantenimiento sean corregidos casi inmediatamente en el momento que ocurren. Los ingenieros puede detectar sus propios errores, o estos pueden ser detectados por sus colegas, supervisores o por control calidad. En estos casos,

los ingenieros deben aprender de su error y por lo tanto no permitir que se cometa el error de nuevo en cualquier labor.

Es vital que los ingenieros de mantenimiento aprendan de sus propios errores y de los errores que otros cometen. Esta es una importante lección que debe ser considerada para mejorar los aspectos del error humano.

Cuando un error ocurre en los sistemas de mantenimiento de una aerolínea, el ingeniero que trabaja de último en una aeronave es usualmente considerado el que cometió la falta. El ingeniero puede ser reprimido, dándole un entrenamiento o simplemente se le dice que no vuelva a cometer el mismo error. Sin embargo, culpar no es necesariamente una acción positiva en el mantenimiento: esto puede desanimar a los ingenieros.

4.2.4 Evitar los errores de la gestión: aunque la industria del mantenimiento de aeronaves debería siempre esforzarse para asegurar que los errores no ocurran, esto nunca podrá ser posible. Por lo tanto todas las organizaciones de mantenimiento deben ayudar a **“manejar” los errores**.

El manejo del error busca:

- Prevenir los errores desde el momento que ocurran;
- Eliminar o mitigar los malos efectos del error.

Reason se refiere a los dos componentes del manejo del error como es: contención del error y reducción del error.

Para prevenir el error desde el momento en que ocurre, es necesario predecir donde es más común que pueda ocurrir y por lo tanto establecer medidas

preventivas. Dentro de la organización de mantenimiento, la base de datos de errores, incidentes y accidentes son tomados dentro del **Safety Management System (SMS)**, el cual proporciona mecanismos para identificar los errores potenciales y puntos débiles. Esto nos proporciona un entrenamiento guía, procedimientos para las empresas, la introducción de nuevas defensas, o la modificación de defensas ya existentes.

De acuerdo con Reason, el manejo del error incluye:

- Minimizar la posibilidad del error de un individuo o de un equipo;
- Reducir la vulnerabilidad al error en el desarrollo de las tareas o en los elementos que componen las tareas;
- Descubrir, evaluar y por lo tanto eliminar los factores que generan errores dentro del lugar de trabajo;
- Diagnosticar los factores organizacionales para crear factores dentro de un grupo en el desarrollo de las tareas o en el lugar de trabajo;
- Realzar la detección de los errores;
- Incrementar la tolerancia al error en el lugar de trabajo;
- Realizar condiciones latentes mas visibles en los que operan o manejan el sistema;
- Mejorar la resistencia intrínseca de la organización.

Seria muy difícil de enlistar todos los significados por los cuales los errores pueden ser prevenidos o minimizados en el mantenimiento de aeronaves.

Uno de los elementos probablemente que son más efectivos para prevenir errores es asegurar que los ingenieros sigan los procedimientos. Esto puede tener efecto cuando se asegura que los procesos sean correctos y útiles, lo que significa que la información es sencilla pero apropiada para desarrollar las tareas, por lo tanto a

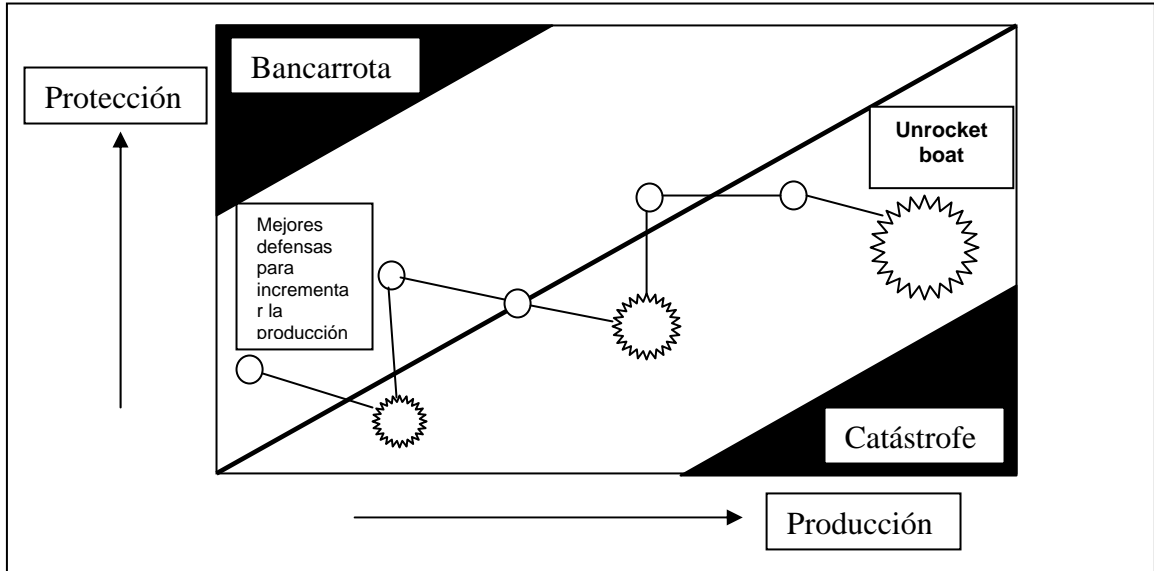
los ingenieros se les fomenta la idea de seguir los procedimientos y no omitir los pasos.

La organización de mantenimiento tiene el compromiso de implementar medidas preventivas, reducir o detectar los errores, y generar así beneficios. Aplicando algunas medidas con pequeños costos (tal como la renovación de bombillos en el hangar); y otras con altos costos (tales como un gran número de empleados extra en donde se aumenta la carga de trabajo). Los incidentes tienden a volverse a corto plazo en errores, por lo tanto si una organización no tiene incidentes por un largo periodo de tiempo, existe una posibilidad de peligro de **complacencia** y la estrategia de reducción de errores terminará aumentando los costos para aplicar métodos de defensa contra el error. Reason se refiere a esto como “the unrocket boat” (figura 8).

Es importante que la organización haga un balance beneficio-costos, y trate de asegurar que las defensas las cuales son establecidas tienen un costo efectivo en términos de minimizar el error y prevenir resultados catastróficos.

Es responsabilidad de cada ingeniero de mantenimiento tener especial cuidado en cada uno de sus trabajos y estar alerta para evitar errores. Los ingenieros de mantenimiento son muy conscientes de la importancia de su trabajo y realizan esfuerzos considerables para prevenir lesiones, daños, y mantener la aeronave en condiciones de segura operación.

Figura 8. La vida útil de una organización a través del espacio producción-protección.



Fuente: Reason, Error humano, 1997

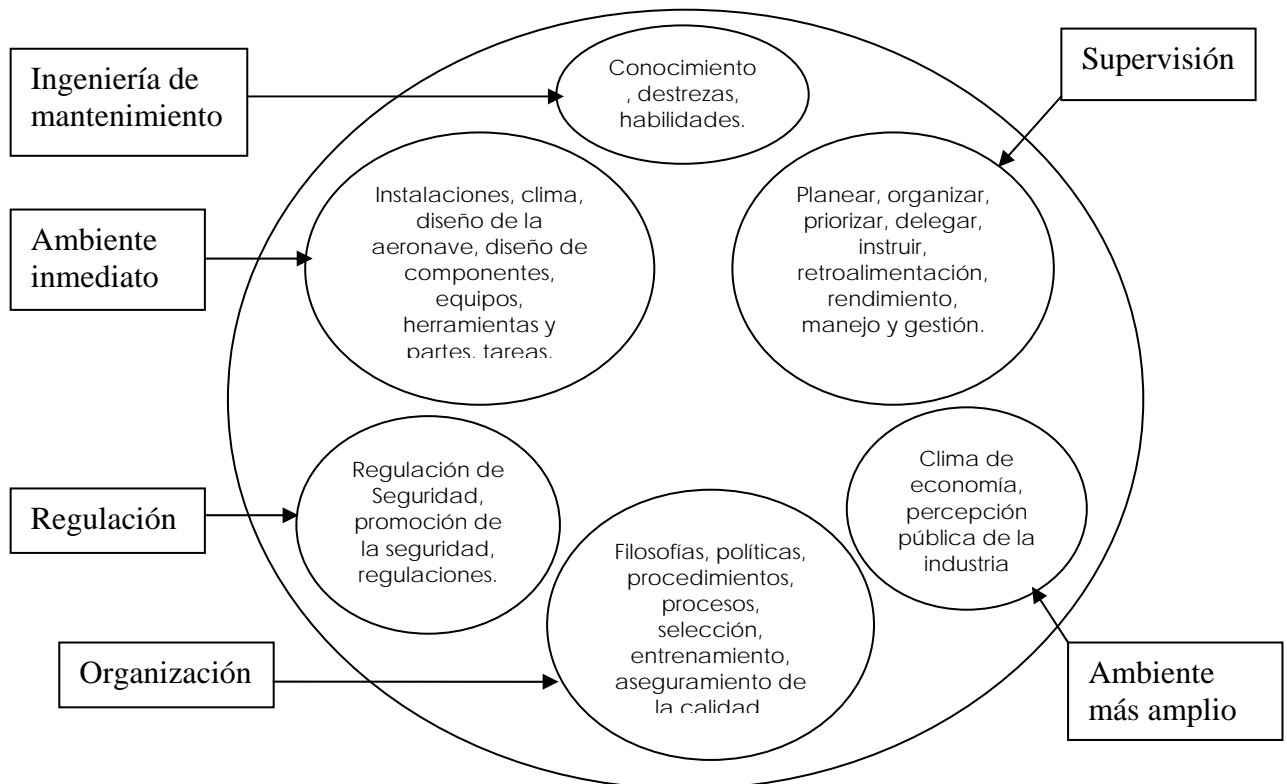
### 4.3 PSICOLOGIA SOCIAL

Este capítulo relaciona el contexto social en el que se desempeñan los ingenieros de mantenimiento. Esto incluye la organización en la cual los ingenieros trabajan y cuales son las responsabilidades que pueden ser delegadas, la motivación, los aspectos importantes del trabajo en equipo, la supervisión y el liderazgo.

4.3.1 Ambiente social: los ingenieros de mantenimiento de aeronaves trabajan dentro de un "sistema". Tal como se indica en la figura 9, existen varios factores dentro de este sistema que afectan a los ingenieros de mantenimiento de aeronaves, que van desde el conocimiento, destrezas y habilidades, el ambiente

en el cual labora el ingeniero, y la cultura organizacional. A menudo más allá de las compañías aeronáuticas actuales, los requerimientos regulatorios establecidos producían un impacto significativo en el medio comercial. Todos los aspectos de este sistema pueden contribuir hacia los errores en ingeniería.

Figura 9. El sistema del mantenimiento



Fuente: Boeing, 2001

La gran mayoría de ingenieros de mantenimiento de aeronaves trabajan para una compañía, ya sea, directamente o por contrato. Esto es importante para comprender como la organización en la cual los ingenieros trabajan pueden influenciarlos. Cada organización o compañía de ingenieros de mantenimiento de aeronaves tendrán diferente maneras de desarrollar las labores.

Esto se denomina **cultura organizacional**. Los ingenieros aplicarán en sus compañías sus criterios de selección y entrenamiento, filosofías, políticas, procesos, y métodos para el aseguramiento de la calidad.

El impacto de la organización puede ser positivo o negativo. Las organizaciones pueden motivar a sus empleados (incentivos en la carrera), y tener en cuenta sus problemas, intentando de esta manera aprender de ellos, y generar así cambios donde sea necesario. Por el lado negativo, la organización puede ejercer presión en sus ingenieros para que desarrollen sus trabajos dentro de determinadas periodos de tiempo y también dentro de los presupuestos establecidos. A su vez, la persona puede sentir que ese conflicto afecta su habilidad para mantener la calidad y el buen desempeño en su trabajo. Este estrés organizacional puede llevar a problemas de malas relaciones industriales, alta rotación de personal, el aumento del absentismo, y lo más importante en relación directa con la industria aérea, más incidentes y accidentes debido al error humano.

4.3.2 Responsabilidad individual y grupal: ser un ingeniero de mantenimiento de aeronaves es un trabajo de responsabilidad. Claramente, el ingeniero juega una parte importante en la seguridad y eficiencia de los viajes.

Dentro del mantenimiento de aeronaves, la responsabilidad debe ser extendida a través de todos aquellos que desempeñan un papel en las actividades o labores. Estos van desde los directores quienes formulan políticas, a través de gestiones en las que se establecen procedimientos, para supervisar, grupos de ingenieros, hasta un solo ingeniero dentro de estos grupos. La tripulación también juega un papel importante ya que ellos son responsables de llevar a cabo listas de pre vuelo y resaltar las fallas en la aeronave las cuales deben ser notificadas al personal de mantenimiento.



- Trabajar como individuo o como un grupo: tradicionalmente, en el ambiente de la ingeniería de mantenimiento, la responsabilidad ha sido considerada en términos del individuo mucho más que en términos de un grupo o un equipo. La mayor ventaja de la responsabilidad individual es que los ingenieros entienden claramente que una o más tareas han sido le han sido asignadas y que este es su trabajo a realizar (esto puede ser también un gran incentivo para que un ingeniero realice su trabajo correctamente sabiendo que él será el único responsable si hace las cosas mal). La mayor desventaja de cualquier énfasis sobre la responsabilidad individual, es que esta puede pasar por alto la importancia del trabajo en conjunto o trabajo en equipo para alcanzar las metas.

En la práctica, los ingenieros de mantenimiento de aeronaves son a menudo asignados a grupos o equipos en su lugar de trabajo. Un equipo puede ser compuesto de varios ingenieros, y estar estructurado alrededor de tipos de aeronaves o lugares de trabajo (por ejemplo: un hangar en particular). Aunque distintas tareas pueden ser asignadas a un individuo dentro de un equipo, la responsabilidad de llenar todos los objetivos recaerán el equipo o grupo de trabajo.

- Responsabilidad individual: todos los ingenieros de mantenimiento de aeronaves son cualificados individualmente teniendo en cuenta su entrenamiento. Ellos trabajan en un ambiente de alta profesionalidad por lo que su desempeño es importante para la seguridad de las aeronaves.

Todos los individuos, independientemente de su rol, grado o calificación deben trabajar conociendo la responsabilidad que se debe asumir. Esto incluye ingenieros aeronáuticos con licencia (LAE). El boletín de aeronavegabilidad N.3 habla de las responsabilidades de certificación de los (LAE). Este documento

establece que los ingenieros certificados deben ser responsables por asegurar que el trabajo sea ejecutado y registrado de una forma satisfactoria.

De la misma forma, los técnicos no certificados también tienen una responsabilidad en los procesos de mantenimiento. Los ingenieros aeronáuticos con licencia son responsables por cualquier ajuste o test funcional y los registros de mantenimiento requeridos y de que sean cumplidos después de realizar la certificación legal.

- Responsabilidad de grupo o equipo de trabajo: la responsabilidad de grupo o de equipo tiene sus ventajas y desventajas. La ventaja es que cada miembro del grupo debe sentir la responsabilidad por el grupo, no solo su propia interpretación individual, y debe trabajar para asegurar que el producto sea seguro. Esto puede involucrar otros controles de trabajo (incluso cuando no son estrictamente requeridos).

La desventaja de la responsabilidad de grupo es que esta puede actuar potencialmente en contra de la seguridad, ya que ningún integrante del grupo puede sentir la responsabilidad personalmente. Aquí, un individuo, puede tomar acción individual pero, una vez colocado dentro de una situación de grupo, el puede no actuar, si asume que otros miembros del grupo hacen el trabajo o la labor, cada miembro del grupo asume que “alguien realizará la tarea”.

Otro fenómeno reconocido asociado con trabajo en equipo y responsabilidad para toma de decisiones y las acciones en las cuales los ingenieros de mantenimiento de aeronaves deberían tener especial cuidado son:

- El conflicto intergrupar: en el cual se envuelven situaciones donde un pequeño grupo pueda actuar unido como un equipo, pero surgen

rivalidades entre este equipo y otros (por ejemplo: entre ingenieros y planificadores). Esto puede tener implicaciones en términos de responsabilidad, con grupos de trabajo en donde no se comparta la responsabilidad entre ellos.

- La polarización de grupo: es la tendencia de los grupos a tomar decisiones que son de mayor responsabilidad que las decisiones individuales que toman los miembros del grupo. A su vez, la polarización de los grupos resulta en la toma de más decisiones con cautela. Alternativamente, en otras situaciones, un grupo puede llegar a un ruta de acción que sea más riesgosa que la que ningún miembro individual puede tomar. Esto se conoce como **cambio riesgoso**. Otro ejemplo de la polarización son las **ideas de grupo** en los cuales el deseo del grupo es llegar a un acuerdo unánime que anula cualquier impulso individual para adoptar procesos que impliquen la toma de decisiones personales, implicando de esta manera que sea una idea adecuada, racional y responsable.
- El grupo social: ha sido organizado para reflejar la tendencia de algunos individuos para trabajar con menor intensidad en las tareas donde ellos consideran que otros están trabajando en ello. En otras palabras, ellos consideran que sus propios esfuerzos estarán en común con los esfuerzos que realicen los miembros de otros grupos.

La responsabilidad es un factor importante en la ingeniería de mantenimiento de aeronaves, y debería ser enfocado no solo para los ingenieros con licencias, o para procesos con regulaciones y procedimientos, sino también para la educación y entrenamiento del personal, intentando mejorar una cultura de compartir las tareas, y no dejar al otro la responsabilidad.

4.3.3 Motivación y desmotivación: la motivación es un comportamiento que nos lleva a un objetivo direccionado, un comportamiento útil, y no es un comportamiento humano que ocurre sin algún sustento claro. En el mantenimiento de aeronaves, los ingenieros son capacitados para llevar a cabo tareas dentro de su campo de acción. Sin embargo, en gran medida su motivación es la que determina que tareas desarrollan ellos en cualquier situación dada. Así, la motivación refleja la diferencia entre lo que la persona puede hacer y cuando lo realizará.

La motivación puede ser tomada de una forma básica como la manera en la que el ser humano despierta su actitud para desarrollar una actividad o labor, y esta hace parte del comportamiento humano. Generalmente, decimos que una persona es motivada si ésta toma acción para lograr algo.

La motivación es usualmente considerada una fuerza mas positiva que negativa y esta es estimulada para lograr varios objetivos. Sin embargo, solo porque alguien es motivado, esto no significa que se están haciendo las cosas de la forma correcta. Muchos criminales son altamente motivados por ejemplo. La motivación es difícil de medir y predecir. Somos motivados por diferentes cosas, por ejemplo, un artista puede esforzarse muchos meses para terminar una pintura que el nunca pueda vender, mientras que un hombre de negocios puede renunciar a su vida familiar en la búsqueda del éxito financiero.

Con respecto a la seguridad de la aviación, ser apropiadamente motivado es vital. Idealmente, los ingenieros de mantenimiento de aeronaves deben ser motivados para trabajar de una forma segura y eficiente. Sin embargo, cualquier factor puede causar motivaciones conflictivas para anular este ideal. Por ejemplo, la motivación de algún bono financiero, o desmotivación de trabajar al aire libre con un clima de frío extremo podría producir que el ingeniero tenga menos en cuenta el factor de la seguridad y así incrementar toda probabilidad de riesgo, violando procedimientos,

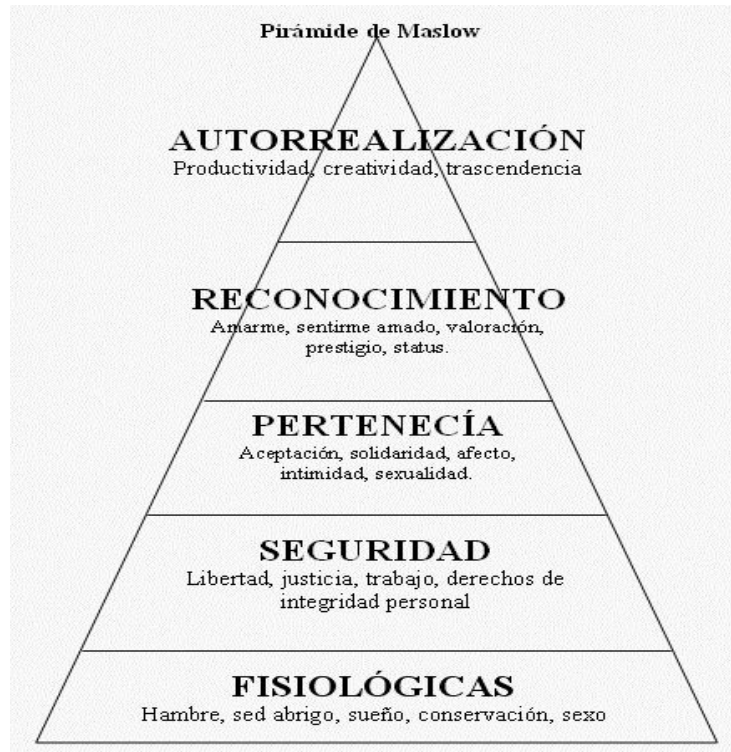
etc. Los ingenieros de mantenimiento de aeronaves deben ser precavidos con los conflictos que se pueden generar por la desmotivación ya que esta afecta sus propias acciones, por lo que ellos intentarían examinar sus motivaciones para trabajar de una forma determinada.

- Jerarquía de necesidades de Maslow: posiblemente una de las teorías más conocidas que intentan describir la motivación humana es la jerarquía de necesidades de Maslow. Maslow consideraba que los seres humanos son guiados por dos diferentes grupos de fuerzas motivacionales:

- La que asegura la supervivencia por satisfacer las necesidades básicas tanto físicas como psicológicas.
- La que nos ayuda a realizar nuestro completo potencial en la vida conocida como necesidades de auto-realización (lleno de ambiciones, etc.).

La figura 10 muestra la naturaleza de la jerarquía hipotética de las necesidades las cuales nosotros estamos motivados a satisfacer. La teoría asocia que las necesidades de menor jerarquía son más primitivas o básicas y deben ser satisfechas antes de que podamos motivarnos por las necesidades de más jerarquía. Por ejemplo, usted probablemente encontraría difícil concentrarse en la información de este documento si se encuentra con mucha hambre. Aunque siempre existen excepciones en esto, tal como la persona que escala una montaña y arriesga su vida solo por aventura. Las necesidades de niveles más altos son a menudo objetivos a largo plazo que tienen que ser completados realizando una serie de pasos.

Figura 10. Jerarquía de necesidades de Maslow.



Fuente: Maslow, motivation and personality, 1954

Un ingeniero de mantenimiento de aeronaves cumplirá con las necesidades del nivel mas bajo para obtener ganancias monetarias para comprar comida, comprar una casa y mantener su familia. Ellos pueden ser motivados por los niveles medios de necesidad en su contexto de trabajo (ejemplo, los grupos sociales en el trabajo, ganar un status y reconocimiento). Esto suele ser común en los empleados con turnos cambiantes, la fatiga puede ser el principal factor de motivación en relación con las necesidades de orden más alto (tal como la satisfacción de realizar un trabajo a tiempo y preciso).

Las personas altamente motivadas tienden a mostrar las siguientes características:

- Alto desempeño para lograr los resultados consistentes.
- La energía, entusiasmo y determinación para llegar al éxito.
- Generosa cooperación en problemas difíciles de resolver.
- Buena disponibilidad para aceptar sus responsabilidades.
- Buena disponibilidad ante los cambios.

Las personas desmotivadas carecen de motivación, si el ingeniero o jefe intrínsecamente o a través de una falla de su manejo desmotivan al personal que trabaja para él. Las personas desmotivadas tienden a demostrar las siguientes características:

- Apatía o indiferencia hacia el trabajo, incluyendo reducir la seguridad durante el trabajo.
- Mal registro de información y datos así como alto absentismo.
- Exageración en los efectos y las dificultades en problemas, disputas y quejas.
- Una carencia de cooperación en la solución de problemas y dificultades.
- Injustificada resistencia a los cambios laborales.

Sin embargo, se debe tener cuidado cuando son asociadas estas características con las carencias de motivación, en donde el stress juega un papel importante.

Existen muchos debates en los cuales el tema principal es la recompensa financiera como un motivador. Existen algunos pensamientos e ideas que sugieren que mientras la carencia de recompensas financieras es un factor desmotivador, lo contrario a ello no es necesariamente una verdad. Lo atractivo de los extra pagos ofrecidos para trabajar mas fuerte puede ser un fuerte motivador para un individuo que ignore los peligros asociados de trabajar bajo cansancio.

Los efectos de motivación que influyen en la seguridad del trabajo y el impacto de la desmotivación que produce una carencia de seguridad es también un tema que genera mucho debate. La actitud de algunas compañías puede, potencialmente, tener una mayor influencia sobre la seguridad, con una presión real sobre individuos afectando su rendimiento y labor. Es importante que los ingenieros de mantenimiento sean motivados por el deseo de mejorar la seguridad, y no así de omitirla por el miedo de ser sancionados o perder su trabajo (Seguridad Maslow). Es posible que la cultura de “puedo hacerlo”, la cual es evidente en algunas áreas de la industria, puede ser expresada por la expectativa de que si el individuo no cumple a tiempo su labor, éste sea castigado y, por el contrario, los que si cumplen a tiempo su labor, sean recompensados y promovidos. Esto no es motivación en un sentido real, pero esto tiene su raíz en una serie compleja de presiones y manejos y es una de las mayores influencias sobre el rendimiento humano y el error humano en la ingeniería de mantenimiento.

4.3.4 Presión en el lugar de trabajo: en el ambiente de trabajo en el área de mantenimiento de aeronaves, existen muchas presiones que afectan a los ingenieros de mantenimiento. Se ha discutido la influencia de la organización, del manejo de la responsabilidad y la motivación. En complemento a esto, existe una posibilidad de que los ingenieros de mantenimiento de aeronaves estén bajo presión en su lugar de trabajo por efecto de los que trabajan a su alrededor. Esto es conocido como presión en el lugar de trabajo.

Por ejemplo, un ingeniero puede sentir que esta bajo presión en el momento en el que sea necesario tener la aeronave en condiciones de aeronavegabilidad en un tiempo determinado. No debe estar bajo presión directa por el manejo de la labor. El pensamiento erróneo es, no quiero molestarme buscando en el manual para llevar a cabo una tarea, lo hago tal como sé hacerlo.



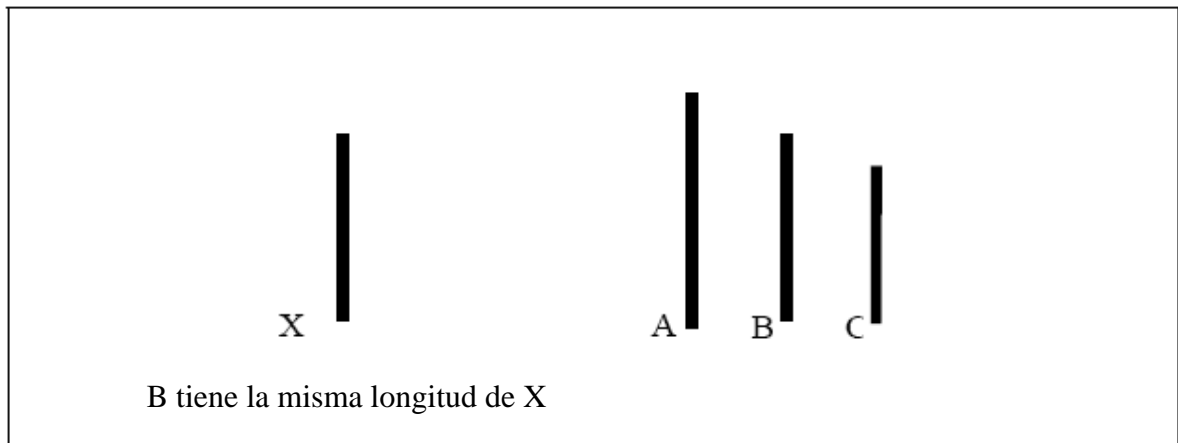
Esta presión suele estar dentro del área de la **Conformidad**. La conformidad es la tendencia a permitir opiniones, actitudes, acciones y a menudo percepciones lo cual puede llevar a la persona a ser afectado por la prevalencia de estas.

- La conformidad: S. Asch ha llevado a cabo muchos experimentos en donde él ha investigado la naturaleza de la conformidad, en estas investigaciones él le ha preguntado a la gente para juzgar cual de las líneas A, B o C tenía la misma longitud que la línea X. (Figura 11). El ha realizado estas investigaciones bajo diferentes condiciones:

- Donde al individuo se le preguntaba como se juzgaba a si mismo.
- Donde el individuo llevaba a cabo las tareas después de un grupo de 7 a 9 personas en la cual Asch ha deducido que todos han juzgado que la línea A era la opción correcta.

En primera instancia, muy pocos errores fueron cometidos (como suponer la realización de una simple tarea con obvia solución). En última condición, en promedio, los participantes tuvieron respuestas erróneas en un tercio de la prueba. Claramente, los participantes proporcionaron presión al grupo y concordancia con el grupo de respuestas incorrectas (sin embargo, es valioso mencionar que hubo diferencias individuales considerables: algunos participantes nunca estuvieron conformes mientras otros estuvieron conformes todo el tiempo).

Figura 11. Un experimento para ilustrar la conformidad.



Fuente: Solomon Asch, Effects of group pressure upon the modification and distortion of judgments. In H. Guetzkow (ed.) groups, leaderships and men. 1951.

Una investigación adicional indicaba que la conformidad no ocurre con un solo participante o un grupo de participantes (“en este caso mi palabra contra la tuya”). Sin embargo, es necesario tener solo tres grupos para que un participante real pueda lograr los resultados que Asch encontró con los 9 grupos.

El grado en el cual el punto de vista individual sea probablemente afectado por la conformidad o presión, depende de muchos factores, incluyendo:

- La cultura (la gente de un país X tiende a conformarse mas que la del país Y).
- Genero (los hombres tienden a conformarse menos que las mujeres).
- Autoestima (una persona con autoestima baja tiende a conformarse menos).
- La familiaridad de un individuo con el tema.
- La destreza de los miembros del grupo.
- La relación entre el individuo y los miembros del grupo.

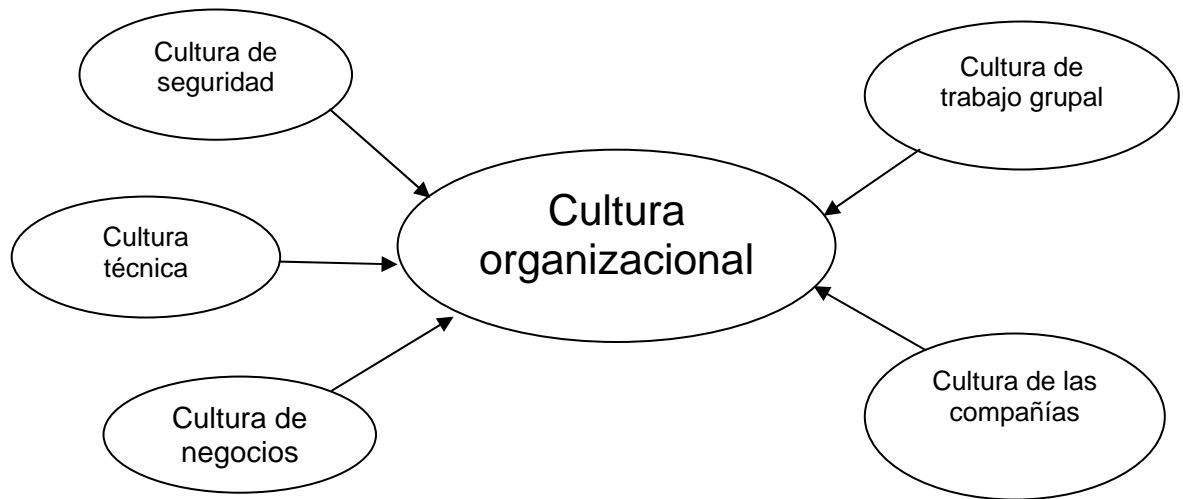
- Contrarrestar la presión y la conformidad: la influencia de la conformidad en las opiniones de los individuos puede ser reducida considerablemente si el individuo muestra sus opiniones públicamente. Sin embargo, esto puede ser muy difícil: después de los experimentos de Asch, cuando preguntó, algunos participantes dijeron estar de acuerdo con la mayoría.

La conformidad esta directamente relacionada con la “cultura”. Es altamente relevante en el ambiente de mantenimiento de aeronaves donde este puede trabajar para o en contra de la cultura de seguridad, dependiendo de las actitudes del personal y su influencia sobre los nuevos empleados.

4.3.5 Tema cultural: puede haber un grado de desconfianza de cualquier cosa nueva en el lugar de trabajo. Puede haber una tendencia de los grupos dentro de la organización y la organización para pensar que sus propios métodos son los mejores y que los otros no son tan buenos. Este punto de vista es conocido como la cultura grupal o cultura organizacional.

La figura 12 indica que puede haber una cultura organizacional global, y un número de diferentes “sub-culturas”, tal como la cultura de seguridad, cultura técnica y profesional, etc. Esto es posible para las diferencias culturales que existen entre un lugar o incluso entre turnos de la misma organización. La cultura predominante de la industria también tiene influencias en las organizaciones individuales.

Figura 12. Influencia de la cultura en las organizaciones.



Fuente: Factor humano, Gestión y organización. OACI

La cultura no es necesariamente siempre generada o manejada desde la cumbre de la organización, pero este es el mejor lugar o punto para generar que el personal se influencie de la cultura organizacional.

- Cultura de seguridad: el documento Núm. 10 de la OACI sobre factores humanos, "factores humanos, manejo y organización", discute la cultura de la corporación y las diferencias entre la cultura de seguridad y de inseguridad. (Este documento describe una cultura de seguridad tal como "un grupo de creencias, normas, actitudes, roles, y practicas técnicas y sociales que se enfocan en minimizar la exposición de los empleados, directores, clientes y miembros del publico en general a condiciones consideradas peligrosas y de mucho cuidado).

Gary Eiff de la universidad de Purdue discute la cultura de la seguridad en su documento "Cultura organizacional y su efecto en la seguridad". El sugiere que "una cultura de seguridad existe solo dentro de una organización donde cada

empleado, sin tener en cuenta su posición, asume un rol activo en la prevención del error”, enfatizando que, la cultura de seguridad no solo procede para simplificar la vida.

La cultura de una organización puede ser mejor juzgada por lo que ha hecho que por lo que dice. Las organizaciones pueden tener grandes “misiones” concernientes a la seguridad pero esto no indica que tienen una buena cultura de seguridad a menos que las políticas establecidas en lo más alto sean puestas en práctica en los niveles más bajos. Puede ser difícil determinar la cultura de la seguridad de una organización solo con realizar las auditorías a los procesos y documentos de trabajo. Un mejor método es averiguar cual es la mayoría del personal que cree y pone en practica la cultura de seguridad.

Un método utilizado para medir las actitudes de seguridad ha sido desarrollado por el *Centro de Seguridad y Salud* utilizando un cuestionario de verificación. Los ejemplos del documento en los cuales los empleados son entrevistados para saber con que están de acuerdo ellos son:

- Es necesario omitir algunas reglas para lograr un objetivo.
- Algunas omisiones son aceptables mientras no envuelvan pequeños o grandes riesgos.
- Algunas veces fallo para entender cuales reglas aplicar.
- No tomo periodos regulares de descanso cuando realizo labores repetitivas y aburridas
- Existen recompensas financieras por romper las reglas.
- Los resultados son anotados y analizados para dar una indicación de la cultura de seguridad en la organización.

El profesor James Reason describe los componentes claves de una cultura de seguridad, que se resume de la siguiente manera:

Un equipo de trabajo puede ser un grupo de ingenieros que trabajan en una tarea específica o en la misma aeronave, este grupo trabaja junto a los grupos con el mismo turno, o con grupos que trabaja en el mismo lugar. Existen equipos de trabajo dentro del ambiente de mantenimiento. Un ejemplo más común es ver al supervisor y a los ingenieros que trabajan bajo su supervisión. Un equipo de trabajo podría ser también un ingeniero de aeronaves con licencia (LAE) y un ingeniero sin licencia trabajando en un tema dentro de la misma investigación. Un equipo se puede componer de ingenieros de diferentes especialidades técnicas (Por ejemplo: en estructuras, aviónica, hidráulica, etc.,).

Se han realizado un gran número de documentos en donde se relacionan los equipos de trabajo tales como “Manejo del recurso de la tripulación (CRM)” para el contexto de la comunicación en cabina, y mas recientemente, “Manejo del recurso de mantenimiento (MRM)”, para el contexto de mantenimiento. La OACI emitió el compendio Núm. 12 acerca de (Los factores humanos en el mantenimiento e inspección de aeronaves) donde podemos profundizar en este tema.

4.3.6 Ventajas y desventajas de los grupos de trabajo: la discusión sobre la motivación sugiere que el individuo necesita sentirse parte de un grupo social. Con respecto a esto, los equipos de trabajo tienen una ventaja. Sin embargo, la discusión sobre la conformidad sugiere que la persona siente alguna presión para cumplir con las labores, lo cual puede ser una potencial desventaja.

Trabajar como parte de un equipo tiene un número de beneficios potenciales que incluyen:

- El individuo puede compartir recursos tales como: conocimiento, herramientas, etc.

- Pueden discutir problemas y llegar a compartir soluciones.
- Pueden chequear el trabajo de cada uno ya sea de forma oficial o no oficial.

Los equipos pueden fomentar la idea de tomarse las tareas como propias en cualquiera de los niveles de trabajo. Esto le da al equipo una gran responsabilidad sobre los paquetes de trabajo. Sin embargo, los grupos utilizan sus propios dispositivos necesarios adecuados para el liderazgo. Una sana competición y la rivalidad entre equipos pueden crear una fuerte **identidad de equipo** y así fomentar el orgullo en la realización de las tareas del equipo. La identidad de equipo también tiene la ventaja de que un grupo de ingenieros conoce las capacidades de cada uno de ellos.

Si el trabajo va a ser entregado a otro grupo o equipo, esto puede causar problemas si no es entregado correctamente. Si un equipo de ingenieros considera que su esfuerzo fue un desperdicio de tiempo porque un equipo entrante con pobre rendimiento le quita los méritos, entonces esto es como que el esfuerzo comienza cada vez más y más sobre tiempo.

4.3.7 Elementos importantes del trabajo en equipo: para que los equipos funcionen de manera cohesiva y productiva, los miembros del equipo necesitan tener o construir ciertas destrezas. Esto incluye la comunicación, cooperación, y el apoyo mutuo.

- La comunicación: es esencial para intercambiar información relacionada con el trabajo, dentro de un equipo. Por ejemplo, el líder de un equipo debe asegurar que los miembros del equipo que no tienen solo que oír las instrucciones, sino **entender** que significan. Un miembro del equipo debe señalar los problemas a sus colegas y el líder del equipo. Es más, es importante escuchar lo que otros dicen.

- Cooperación: el termino “trabajar en equipo” es inherente al trabajo tranquilo. La imparcialidad dentro del equipo fomenta el respeto mutuo y la cohesión. Los desacuerdos deben ser manejados sensiblemente por el líder del equipo.

- Coordinación: es requerida dentro del equipo para asegurar que el líder del equipo conozca que están desarrollando los miembros de su grupo. Esto incluye la **delegación** de tareas en las que los recursos dentro del equipo son utilizados. Las tareas delegadas deben ser supervisadas y monitoreadas tal como son requeridas. El líder del equipo debe asegurar que ningún individuo se le sea asignado una tarea más allá de sus capacidades. Un aspecto adicional importante de la coordinación es el **acuerdo de las responsabilidades** (por ejemplo: quien cumpliría cuales tareas y dentro de que periodos de tiempo), y la darle prioridad a las tareas.

- Soporte mutuo: a) Un soporte mutuo se relaciona con la identidad del grupo. El líder del equipo debe promocionar esto en el equipo. Por ejemplo, si el error es cometido, este debe ser discutido y corregido de manera constructiva.

b) No vale de nada que en cualquier compañía, los ingenieros de línea tengan la tendencia a trabajar individualmente mientras que los ingenieros de mantenimiento de base tiendan a trabajar en equipo. Esto puede tener una significancia donde un ingeniero quien normalmente trabaja en un hangar, encuentre trabajar en línea o viceversa. Este fue el caso en el incidente del Boeing 737 donde se envuelve una perdida de presión de aceite en ambos motores, donde el controlador base asume el cargo o papel del ingeniero de mantenimiento en línea. El papel de trabajo del mantenimiento en línea no esta para que sea archivado con otros puntos de vista,



y este fue un factor donde el trabajo fue entregado por el ingeniero de línea al controlador de base.

4.3.8 Dirección, supervisión y liderazgo: la capacidad de dirección, la supervisión, y el liderazgo son destrezas que un líder de grupo adquiere. Por supuesto, la dirección es también una función dentro de la organización (Por ejemplo: estos directores son responsables por las políticas, decisiones, etc.), como es el supervisor.

- La función de la dirección: los directores del mantenimiento en línea, particularmente trabajan como parte integral de la operación de la “línea frontal”, que puede ser colocada en una situación donde ellos pueden estar comprometidos entre los gestores comerciales y las prácticas de seguridad. Por ejemplo, si existe una escasez temporal de personal, él debe decidir si las tareas de mantenimiento pueden ser llevadas a cabo de forma segura con la reducción de mano de obra, o él debe decidir si un ingeniero voluntariamente trabaja para realizar los cálculos que serán útiles para un adecuado rendimiento.

- La función de la supervisión: puede ser una función formal o un acuerdo informal en el cual un ingeniero con mas experiencia “mantiene un ojo sobre” el personal con menos experiencia. El supervisor esta en una posición no solo de tener cuidado con los errores los cuales pueden ser realizados por ingenieros y técnicos, sino también tener una buena apreciación de las fortalezas y debilidades de los ingenieros, junto con una apreciación de las normas y la cultura de seguridad del grupo quien él supervisa. Es principalmente su trabajo prevenir que las normas no seguras se desarrollen, y asegurar que las buenas prácticas de

seguridad sean realizadas. Sin embargo, puede existir un riesgo, si el supervisor comienza a encaminarse por la misma cultura como la que el equipo bajo su responsabilidad tiene. Es una buena práctica para un supervisor utilizar los pasos a seguir del trabajo del día a día y así intentar mirar el rendimiento del personal a su cargo.

- Características de un líder: existen potencialmente dos tipos de líderes en el mantenimiento de aeronaves: la persona oficialmente asignada para ser líder del equipo (posiblemente denominada el Supervisor), al cual un individuo dentro del grupo tiende a seguir o diferir con él.

Un buen líder en el ambiente de la ingeniería de mantenimiento necesita tener un número de cualidades como:

- Motivar a su equipo;
- Reafirmar buenas actitudes y comportamiento;
- Realizar demostraciones con ejemplos;
- Mantener al grupo unido;
- Tener buen manejo de personal.

4.3.9 Manejo del recurso de mantenimiento (MRM): el término “manejo del recurso de mantenimiento” comienza a ser conocido mejor luego del accidente de Aloha en 1988. Estos recursos no solo incluyen el elemento humano, sino también el elemento mecánico, el computador y otros sistemas de soporte. Uno de los primeros programas de entrenamiento en MRM fue desarrollado por Gordon Dupont para Transport Canada. Allí él introdujo un tema, el cual consiste en 12 áreas en donde se engloban los problemas potenciales en los factores humanos.

Ejemplo del problema	Solución potencial
1. Falta de comunicación	Utilizar documentación, hojas de cálculo, etc. Para comunicarse y eliminar dudas. Discutir el trabajo a realizar y cual ha sido terminado. Nunca asumir nada.
2. Complacencia	Entrenarse para poder encontrar la falla. Nunca firmar algo que tú no hiciste (o revisarlo muy bien).
3. Falta de conocimiento	Tener un correcto entrenamiento en el tema. Utilizar los manuales actualizados. Preguntarle a alguien quien conozca del tema.
4. Distracción	Siempre terminar el trabajo. Identificar las tareas no completadas. Realizar doble inspección de las labores. Utilizar hojas de chequeo detallado.
5. Problemas para trabajar en equipo	Discutir el porque, quien y como un trabajo es realizado. Estar seguro de que todos entienden y están de acuerdo con las labores y los resultados.
6. Fatiga	Tener especial cuidado en los síntomas que tengas o que otros tengan. Planear evitar tareas complejas en horarios no comunes de trabajo. Realizar ejercicio y dormir regularmente. Decirles a otros que revisen tus trabajos.
7. Falta de componentes	Chequear las áreas de inspección para certificar que tienen los componentes requeridos. Ordenar los componentes de manera anticipada antes de ser requeridos. Conocer todos los componentes disponibles y los que son necesarios. Mantener un estándar de componentes necesarios en tierra para el mantenimiento de aeronaves.
8. Presión	Asegurarse de que no se realicen trabajos bajo presión. Comunicarse con buena actitud. Solicitar ayuda extra. Nunca decir no.

- |                         |  |
|-------------------------|--|
| 9. Problemas de timidez | Aprender a relacionarse con todo el personal siendo siempre respetuoso. No tener problemas de comunicación con el personal por pena o timidez ya que esto puede llevar a cometer errores.  |
| 10. Estrés              | Ponerle especial cuidado al estrés y como este afecta el desempeño laboral. Detenerse y mirar racionalmente el problema. Determinar una medio racional de acción y seguirlo. Tomarse un tiempo pequeño de relajación o tener un pequeño descanso. Comentarles a otros compañeros de trabajo que monitoreen mi trabajo. Mantenerse saludable. |
| 11. Falta de conciencia | Pensar que puede ocurrir que genere un accidente. Revisar si su trabajo entrara en conflicto con cualquier modificación o reparación existente.  |
| 12. Normatividad        | Siempre trabajar según las instrucciones. Tener especial cuidado en los reglamentos, normas y documentos establecidos para llevar a cabo una labor.  |

#### 4.4. DESEMPEÑO HUMANO Y SUS LIMITACIONES

La intención es dar un vistazo a las características físicas y mentales claves en el desempeño humano, las cuales afectan al personal de mantenimiento aeronáutico en su ambiente de trabajo, tales como su visión, oído, procesamiento de información, atención y percepción, memoria, criterio (juzgamiento) y toma de decisiones.

4.4.1 Desempeño humano: así como ciertos componentes mecánicos usados en

la ingeniería de mantenimiento aeronáutico tienen limitaciones, los ingenieros tienen ciertas capacidades y limitaciones que deben ser consideradas cuando se mira el sistema de mantenimiento.

Los componentes mecánicos en los aviones en ocasiones sufren fallas catastróficas. El hombre puede también fallar en sus apropiadas funciones en ciertas situaciones. Físicamente los humanos se fatigan, son afectados por el frío, se pueden romper huesos en accidentes de trabajo etc. Mentalmente los humanos pueden cometer errores, tener limitantes en la capacidad de percepción, tener pobre criterio debido a la falta de habilidades y conocimiento. A diferencia de los componentes mecánicos el desempeño humano es también afectado por factores sociales y emocionales. Por lo tanto una falla causada por personal de mantenimiento puede causar deterioro de la seguridad de avión.

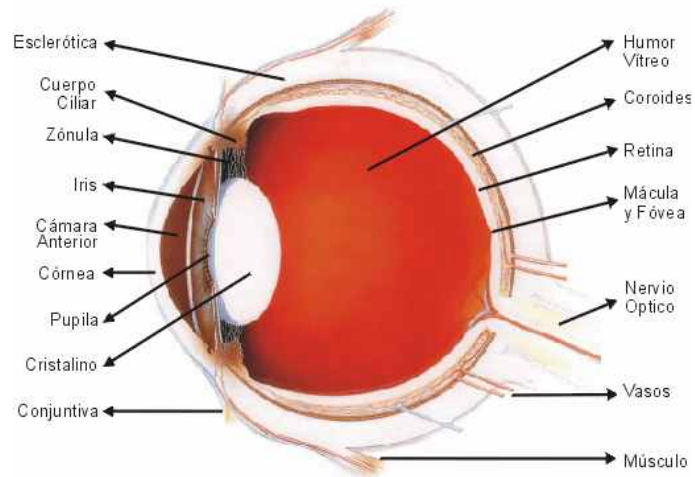
El ingeniero aeronáutico es la parte central del sistema de mantenimiento del avión. Es importante tener conocimiento de como funcionan varias partes de su cuerpo y de sus procesos mentales y como las limitaciones en su desempeño pueden influenciar su efectividad en el trabajo.

#### 4.4.2. La visión

- Función básica del ojo: con el fin de entender la visión, es importante saber primero sobre la anatomía del ojo. (Figura. 1). La estructura básica del ojo es similar a una cámara simple con una apertura (el iris), un lente y una superficie sensible a la luz (la retina). La luz entra al ojo a través de la cornea, luego pasa a través del iris y el lente y cae sobre la retina. Aquí la luz estimula las células sensitivas a la luz en la retina (varas y conos) y estas pasan pequeños impulsos eléctricos a través del nervio óptico a la corteza visual en el cerebro. Allí se

interpretan los impulsos eléctricos y se percibe una imagen.

Figura 13. Estructura del ojo



Fuente: Sensación y percepción. E. Bruce Goldstein. 2005

- La cornea: la cornea es una ventana transparente en todo el frente del ojo. La cornea actúa como un aparato fijo para enfocar. El enfoque se logra por la forma de la cornea que dobla (cambia la forma) de los rayos de luz que entran. La cornea es responsable por el 70 a 80 % de la capacidad total de enfoque (refracción) del ojo.
- El iris y la pupila: el iris (parte coloreada del ojo) controla la cantidad de luz que puede entrar al ojo. Esto lo hace cambiando el tamaño de la pupila (área negra en el centro del iris) el tamaño de la pupila puede cambiar rápidamente al cambiar los niveles de luz. La cantidad de luz puede ser ajustada por un factor de 5:1.
- El lente (Cristalino): después de pasar por la pupila, la luz pasa a través del lente. Donde su forma puede cambiar por los músculos que lo rodean (músculos

ciliares), lo cual permite el ajuste final del enfoque para dejar una imagen nítida en la retina. El cambio de forma del lente es llamado acomodación. Con el fin de enfocar claramente un objeto cercano, el lente se hace más denso. Para enfocar un objeto distante el lente se aplana. El grado de acomodación puede ser afectado por factores como la fatiga o el proceso de envejecimiento.

Cuando una persona esta cansada la acomodación disminuye dando como resultado visión menos nítida. (La nitidez de la visión se conoce como agudeza visual).

- La retina: la retina esta localizada en la pared de atrás del globo ocular. Esta hecha de una capa compleja de células nerviosas conectadas al nervio óptico. En las cuales se encuentran dos tipos de células sensitivas a la luz en la retina: Bastones y conos.

El área central de la retina se conoce como la fóvea y todos los receptores en esta área son conos; Es aquí donde la imagen visual es enfocada, moviéndose hacia afuera los conos se hacen menos densos y son reemplazados progresivamente por bastones hasta que en la periferia de la retina hay solo bastones.

Los conos funcionan en buena luz, son capaces de detectar finos detalles y son sensibles al color. Esto significa que el ojo humano puede distinguir aproximadamente 1000 diferentes tonos de color.

Los bastones no pueden detectar el color. Ellos son pobres para distinguir detalles finos pero buenos detectando movimientos en el borde del campo visual (visión periferal). Ellos son mucho más sensitivos a niveles más bajos de luz. A medida que la luz disminuye, la función de la sensibilidad se va pasando de los conos a los bastones. Esto significa que en pobres niveles de luz, solo vemos en blanco y

negro y tonos grises.

En el punto en el cual el nervio óptico se une a la parte de atrás del ojo hay un punto ciego. Este no es evidente cuando se ven las cosas con los 2 ojos (visión binocular) ya que no es posible para la imagen de un objeto caer en el punto ciego de los 2 ojos al mismo tiempo. Incluso al ver con 1 ojo (visión monocular), el movimiento rápido constante del ojo (**saccades**) implica que la imagen no caiga en el punto ciego todo el tiempo. Únicamente cuando se ve un estímulo fugaz (ejemplo una luz intermitente, flash) el punto ciego podría hacer que algo no se vea. En ingeniería de mantenimiento tareas como una inspección visual de cerca o detección de grietas, no deberían causar tal problema ya que el ojo u ojos se mueven a través y alrededor del área de interés. (Escaneo visual.)

- Factores que afectan la claridad de la visión: el ojo es muy sensitivo a condiciones adecuadas (ejemplo aire claro, buena luz, etc.). En efecto el ojo tiene aproximadamente 1.2 millones de células nerviosas importantes desde las retinas hasta el área del cerebro responsable de la visión, mientras que hay solamente 50.000 desde los oídos internos, lo cual hace el ojo 24 veces mas sensitivo que el oído.

Antes de considerar los factores que influyen y limitan el desempeño del ojo, es necesario describir la agudeza visual. La agudeza visual es la capacidad del ojo para discriminar detalles nítidos a diferentes distancias.

Un individuo con una agudeza de visión 20/20 debería ser capaz de ver a 20 pies lo que una persona "normal" podría ver a este rango. En metros puede ser expresado como visión 6/6. Las figuras 20/40 significan que el observador puede leer a 20 pies lo que una persona "normal" puede leer a 40 pies.

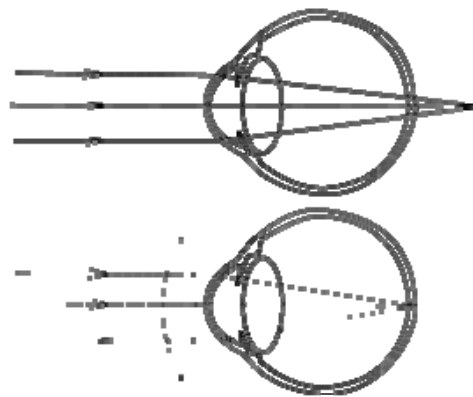


Varios factores pueden afectar y limitar la agudeza visual del ojo. Estos incluyen:

- Factores físicos tales como:
  - Imperfecciones físicas en uno o en los 2 ojos. (Visión corta, visión larga)
  - Edad
  
- Influencia de la ingestión de sustancias extrañas como:
  - Drogas
  - Medicinas
  - Alcohol
  - Cigarrillos
  
- Factores ambientales tales como:
  - Cantidad disponible de luz
  - Claridad del aire ( Polvo, lluvia, neblina)
  
- Factores asociados con el objeto que se esta viendo tales como:
  - Tamaño y contorno del objeto
  - Contraste del objeto con sus alrededores
  - Movimiento relativo del objeto
  - Distancia a la que esta el objeto
  - Angulo desde el que se esta viendo el objeto
  
- Factores físicos: la visión larga conocida como Hipermetropía es causada por un globo ocular más pequeño de lo normal lo que significa que la imagen se forma

detrás de la retina. (Figura 14). Si la cornea y los lentes no pueden usar su capacidad de enfoque combinado para compensar esto, la visión será borrosa cuando se miran objetos cercanos

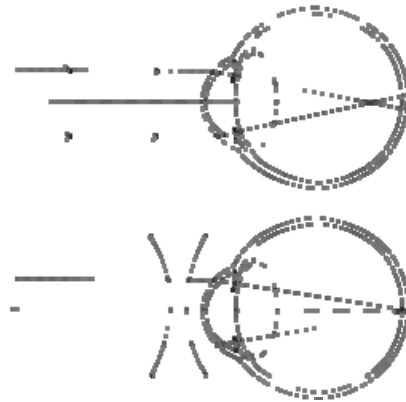
Figura 14. Hipermetropía. Un lente convexo corregirá el problema dirigiendo la luz hacia adentro antes que llegue a la cornea.



Fuente: Sensación y percepción. E. Bruce Goldstein. 2005

La vista corta conocida como miopía (figura 15) sucede cuando el globo ocular es más grande de lo normal, causando que la imagen se forme frente a la retina. Si la acomodación de los lentes no puede contrarrestar esto los objetos distantes se verán borrosos.

Figura 15. Miopía



Fuente: Sensación y percepción. E. Bruce Goldstein. 2005

Un lente cóncavo corregirá la visión corta doblando la luz hacia afuera antes de que alcance la cornea.

Otros problemas visuales incluyen:

- Cataratas: se nublan los lentes. Usualmente causado por el envejecimiento.
- Astigmatismo: Cornea deforme que causa que la forma de los objetos sea irregular.
- Glaucoma: aumento de la presión de fluido dentro del ojo que puede causar daño al nervio óptico e incluso ceguera.
- Migraña: severos dolores de cabeza que pueden causar disturbios visuales.

A medida que una persona envejece, el lente se vuelve menos flexible siendo incapaz de acomodar suficientemente. Esto se conoce como presbyopia y es una forma de visión larga. Consecuentemente después de los 40 años es posible que

se requieran gafas para ver de cerca especialmente en condiciones pobres de luz. La fatiga puede también afectar la acomodación temporalmente causando visión borrosa para trabajo cercano.

- Sustancia extrañas: la visión puede ser adversamente perjudicada por el uso de ciertas drogas y medicamentos, alcohol y cigarrillos. Al fumar el monóxido de carbono sube en la presión sanguínea hace que se lleve menos oxígeno en la sangre a los ojos. Esto se conoce como hipoxia y puede afectar rápidamente la sensibilidad de los bastones. El alcohol puede tener los mismos efectos, incluso horas después del último trago.

- Factores ambientales: la visión se puede mejorar incrementando el nivel de luz pero solo hasta cierto punto. El incremento en la iluminación, incrementa la resplandecencia. La gente mayor es mas afectada por la resplandecencia de la luz reflejada que la gente joven. Pasar de un ambiente extremadamente brillante a uno con luz regulada hace que la visión sea severamente reducida hasta que los ojos se acostumbran a que haya menos luz disponible. Esto es porque los ojos se han convertido en OJOS ADAPTADOS A LA LUZ. Si un ingeniero trabaja en un ambiente muy oscuro por una largo tiempo sus ojos gradualmente se convierten en OJOS ADAPTADOS A LA OSCURIDAD, permitiendo mejor agudeza visual. Puede tomar entre 7 minutos para los conos y 30 para los bastones.

Como consecuencia el movimiento entre una situación iluminada (el interior de un avión) a un área oscura en la noche implica que el ingeniero de mantenimiento debe esperar a que sus ojos se ajusten (adapten). En condiciones de baja luz es más fácil enfocar si se mira ligeramente un lado de un objeto, esto permite a la imagen caer fuera de la fovea y dentro de la parte de la retina que tiene muchos bastones.

Las partículas del aire como polvo, lluvia o neblina pueden interferir con la transmisión de la luz a través del aire distorsionando lo que se ve. Puede ser incluso peor cuando se utilizan gafas ya que estas son susceptibles a ensuciarse, humedecerse, mojarse, rayarse. Los ingenieros y técnicos que usan lentes de contacto, especialmente de los tipos duro o permeable al gas deberían consultar su optómetra acerca del tiempo máximo de uso (usualmente de 8 a 12 horas) y considerar los efectos de usar los lentes por un periodo prolongado tales como sequedad e irritación. Esto es particularmente importante si ellos están trabajando en un ambiente excesivamente seco o con mucho polvo. Las partículas que transporta el aire podrían afectar también el uso de los lentes de contacto. Deberían usarse gafas protectoras cuando sea necesario.

- Naturaleza de los objetos que se están viendo: muchos factores asociados con la naturaleza de los objetos que se están viendo pueden influenciar la visión. Nosotros usamos información de los objetos que vemos para poder distinguir lo que estamos viendo. Esto es conocido como indicadores visuales. Los indicadores visuales frecuentemente se refieren a la comparación de objetos de tamaño conocido con objetos desconocidos. Un ejemplo de esto es que nosotros asociamos objetos pequeños con objetos que están muy lejos. Igualmente si un objeto no sobresale de su fondo (el contraste es poco con su alrededor) es más difícil distinguir sus bordes y alcanzar su forma. El movimiento y la velocidad relativa de un objeto así como la distancia y el ángulo del que se mira pueden incrementar la demanda visual.

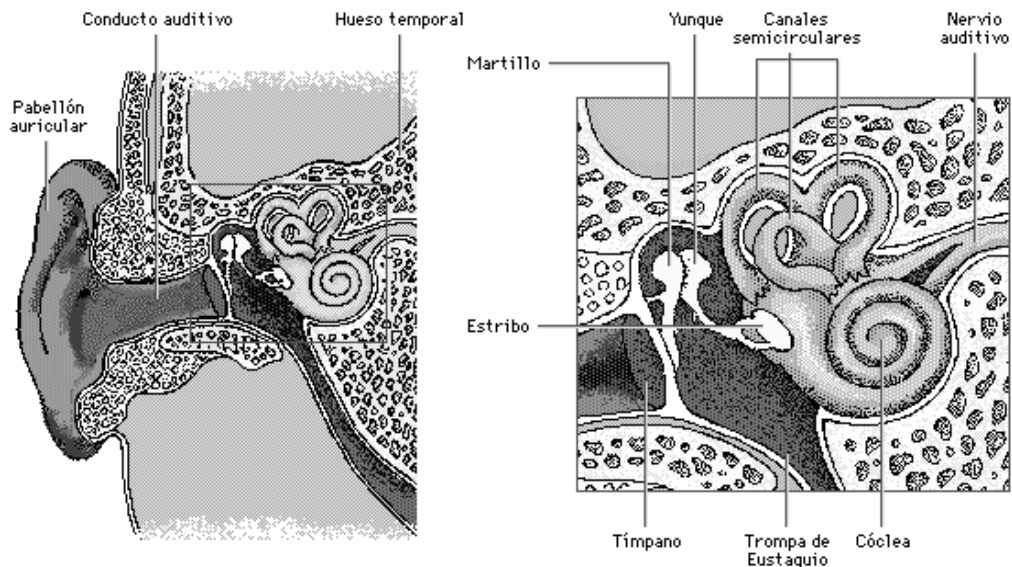
#### 4.4.3. El oído

• Función básica del oído: el oído realiza dos muy diferentes funciones. Es utilizado para detectar sonidos al recibir las vibraciones en el aire y además es responsable del balance y percepción de la aceleración. De estos dos, escuchar es mas importante para el ingeniero de mantenimiento y por consiguiente es necesario tener una apreciación básica de como el oído funciona.

Como se puede ver en la figura 16 el oído tiene 3 divisiones:

- oído externo.
- oído medio.
- oído interno.

Figura 16. Estructura del oído



Fuente: enciclopedia Encarta. 2004

Estos reciben las vibraciones del aire y las convierten en impulsos nerviosos que el cerebro puede reconocer como sonidos.

- Oído externo: la parte externa del oído dirige los sonidos por el canal auditivo hasta el tímpano. Las ondas del sonido hacen que el tímpano vibre.

- Oído Medio: más allá del tímpano está el oído medio, el cual transmite las vibraciones desde el tímpano por medio de tres pequeños huesos conocidos como pequeños huesecillos hasta el fluido del oído interno. El oído medio también contiene 2 músculos que ayudan a proteger el oído de sonidos por encima de 80 dB por medio del reflejo acústico, reduciendo el nivel del ruido a 20 dB. Sin embargo esta protección se puede proveer únicamente por un máximo de aproximadamente 15 minutos y no provee protección en contra de impulsos repentinos tales como el ruido de un arma de fuego. Esto explica porque una persona es temporalmente ensordecida por unos pocos segundos después de un ruido fuerte repentino. El oído medio está usualmente lleno de aire el cual es renovado a través del tubo de Eustaquio, el cual conecta esta parte del oído con la parte de atrás de la nariz y la boca. Sin embargo este tubo puede permitir que las mucosidades vayan al oído medio y estas se pueden acumular interfiriendo con un normal funcionamiento del oído.

- Oído interno: a diferencia del oído medio, el oído interno está lleno de fluido. El último de los huesecillos en el oído medio está conectado al caracol (cochlea). Este tiene una membrana fina, la membrana basilar cubierta por células que son como pelos, sensitivas al movimiento en el fluido. Cualquier vibración que ellas detectan causa impulsos neurales que son transmitidos al cerebro por medio del nervio auditivo.

La cantidad de vibración detectada en el caracol depende del volumen y tono del sonido original.

- Funcionamiento y limitaciones del oído: el funcionamiento del oído esta asociado con el rango de sonidos en términos del tono (frecuencia) y el volumen del sonido.

El rango de frecuencia audible, que una persona joven puede ser típicamente entre 20 y 20000 Hertz, con la mayor sensibilidad en aproximadamente 3000 Hz.

El volumen o intensidad del sonido se mide en Decibeles (dB). A continuación muestra los niveles de intensidad para varios sonidos y actividades:

Actividad	Decibeles
Susurro de las hojas	20
Conversación a 2 metros	50
Maquina de escribir a 1 metro	65
Carro a 15 metros	75
Camión a 15 m	75
Podadora de pasto a 2 m	90
Hélice de aeronave a 300m	100
Jet a 300m	110
Estar parado cerca de una hélice	120
Comienzo de dolor	140
Danos inmediatos al oído	150



- Impacto del ruido en el desempeño: el ruido puede tener varios efectos negativos en el lugar de trabajo, estos pueden:

- Ser fastidiosos (ruidos repentinos, un sonido fuerte constante etc.).
- Interferir con la comunicación verbal entre individuos en el lugar de trabajo.
- Causar accidentes.
- Fatigar y afectar la concentración, toma de decisiones etc.
- Dañar el oído de los trabajadores (temporal o permanentemente).

Los ruidos intermitentes y repentinos son generalmente considerados más disruptivos que los ruidos continuos al mismo nivel. Además los ruidos de alta frecuencia generalmente tienen más efecto adverso en el desempeño que los de frecuencia baja. Los ruidos tienden a incrementar errores y variabilidad más que afectar directamente la velocidad del trabajo.

- Alteración auditiva: la pérdida del oído puede ser el resultado de la exposición a ruido incluso de corta duración. El grado de discapacidad depende principalmente de la intensidad del ruido. Tal daño es conocido como: pérdida del oído inducida (Noise induced hearing Loss **NIHL**). La pérdida del oído puede ser temporal, durando desde unos pocos segundos a unos pocos días o permanente. La pérdida temporal del oído puede ser causada por una exposición relativamente corta a un sonido muy fuerte mientras las células de la membrana basilar se recuperan. Con una exposición adicional, la cantidad o recuperación gradual disminuye y la pérdida del oído y se convierte en permanente. La exposición regular a altos niveles de ruido por un largo periodo de tiempo puede permanentemente dañar las células en el caracol, conduciendo a una alteración auditiva irreversible.

- Protección auditiva: esta disponible hasta cierto grado usando tapones de oídos o defensores de oídos. Los niveles de ruido pueden ser reducidos, atenuados, hasta 20 dB usando tapones y hasta 40Db usando tapa orejas. Sin embargo el uso de protección auditiva puede interferir de forma adversa con la comunicación verbal. Además estos deben ser usados consistentemente y como se indica para que sean efectivos.

Es una buena práctica reducir los niveles de ruido en la fuente o mover el ruido lejos de los trabajadores. Frecuentemente esto no es una opción práctica en el ambiente de mantenimiento de aviación. Se debe utilizar siempre protección auditiva para el ruido de cualquier duración por encima de 115 dB. De acuerdo con la con los anteriores datos, esto significa que el ingeniero de mantenimiento necesitara casi siempre el uso de alguna forma de protección auditiva a una cercanía razonable de la aeronave, entre 200 a 300m.

- Presbicusis: el oído se deteriora naturalmente a medida que uno envejece. Esto se conoce como presbicusis. Esto afecta la habilidad para escuchar los tonos altos de los sonidos y puede ocurrir gradualmente a partir de los 30 años. Cuando esta degradación natural es acompañada por la perdida inducida de oído por ruido, esto podría ocurrir más pronto.

Es muy importante que el personal de mantenimiento entienda la limitada capacidad de los oídos para protegerse ellos mismos del daño debido a ruido excesivo.

Incluso a los ingenieros se les debería dar protección auditiva adecuada y el entrenamiento para su uso. Esto para asegurar que ellos le den un buen uso.

Es una idea equivocada que los oídos se acostumbran al ruido constante: si el ruido es muy fuerte dañara los oídos gradual e insidiosamente.

#### 4.5. FACTORES QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO

Algunos factores pueden interferir sobre el personal de mantenimiento, para darles a ellos menos capacidad para llevar a cabo su trabajo y conseguir niveles de seguridad requeridos.

Estos incluyen estado físico y salud, estrés, presiones de tiempo, carga de trabajo, fatiga, efectos de la medicación, alcohol y drogas.

4.5.1 Estado físico y salud: el trabajo en el personal de mantenimiento puede ser físicamente exigente. Además, su trabajo puede ser llevado a cabo en ambientes físicos extensamente diferentes, incluyendo espacios restringidos, extremos de temperatura, etc.

Hay dos aspectos de la salud y el buen estado físico: la disposición del personal de mantenimiento antes de asumir el trabajo y el bienestar diario al emplearlo.

- Antes de disponer del empleo: algunos empleados pueden requerir de un soporte medico al comenzar el empleo. Esto, les permite juzgar el estado físico y la salud del solicitante (esto puede también satisfacer alguna pensión o seguro de alguna necesidad relacionada). Hay un efecto evidente sobre una habilidad del Ingeniero para cumplir con el mantenimiento o llevar a cabo inspecciones si a través de un estado físico pobre o de salud el es restringido de alguna forma (tal como su libertad de movimiento o su visión). Al expedir la licencia, la UAEAC,

podrá juzgar y considerar los factores físicos y mentales para la aprobación dicha licencia.

Esto, sin embargo, no afectaría la posibilidad individual de obtener un empleo y una opción para algún cargo dentro de la industria donde los requisitos de salud y estado físico sean menos exigentes.

- Salud y estado físico diario: el estado físico y la salud pueden tener un efecto significativo sobre el rendimiento laboral (tanto físico como cognitivo). La salud y el estado físico, día a día se puedan reducir a causa de una enfermedad (física o mental) o por lesión.

La responsabilidad recae sobre el personal de mantenimiento de forma individual, al determinar si no es suficientemente bueno para trabajar en un día normal, por otra parte, el deben asegurarse que se sienta mejor para laborar. En caso de enfermedades físicas o mentales sutiles no deben siempre ser evidentes, en el individuo, pero como los Ingenieros y técnicos trabajan a menudo como miembros de un equipo, algún rendimiento inferior a lo normal o algún comportamiento inusual puede ser rápidamente notificado a la administración o dirección para que se tome un soporte adecuado y una acción de aseguramiento.

Muchas condiciones pueden causar impacto en la salud y estado físico del personal de mantenimiento, unas de esta son:

- Enfermedades físicas menores (tales como resfriados, gripes, etc.)
- Enfermedades físicas mucho mayores (tales como VIH, malaria, etc.)
- Enfermedades mentales (tales como depresiones, etc.)
- Lesiones menores (tales como un esguince en la muñeca etc.)
- Lesiones mayores (tales como un brazo fracturado etc.)

- Deterioro en curso del estado físico posiblemente asociado con el proceso de envejecimiento (tales como la pérdida auditiva, defectos visuales, obesidad, problemas de corazón, etc.)
- Ser afectados por toxinas y otras sustancias externas (tales como envenenamiento con monóxido de carbono alcohol, drogas ilícitas, etc.)

Este documento no intenta dar pautas con respecto a lo que constituye “el no estar en forma para trabajar”. Es importante que el personal de mantenimiento sea consciente de su rendimiento y en la seguridad de las aeronaves.

• Medidas positivas: el personal de mantenimiento debe usar su sentido común para mantenerse en forma y buena salud. Estos incluyen:

- Comer comidas regulares y una dieta equilibrada.
- Realizar ejercicio regularmente (el ejercicio suficiente para doblar la proporción del pulso por 20 minutos, se recomienda tres veces por semana).
- Dejar de fumar.
- No ingerir alcohol o estar atento de sus cantidades (para los hombres, esto no es más de 3 - 4 unidades por día o 28 por semana dónde una unidad es equivalente a la mitad una cerveza o un vaso de vino)

Finalmente, la salud y el estado físico pueden ser influenciados por el uso de medicamentos, el alcohol y las drogas ilícitas.

4.5.2 Stress: doméstico y el trabajo relacionado: el stress es una parte inevitable en la vida de todo ser humano. Es el estado en el que esta sumido un organismo amenazado por una fuerza o un presión que puedan desequilibrarlo, que aplicada

a un sistema, causa algunas modificaciones significativas en su forma, dónde las fuerzas pueden ser físicas, psicológicas o debidas las presiones sociales.

- Causas y síntomas: stress, es algo experimentado normalmente debido a la presencia de alguna forma de tensión, que podría ser un estímulo apagado (como un problema desafiante), o un factor continuo (como un hangar sumamente caliente). De éstos, se recibe una tensión aguda (típicamente intensa pero de corta duración) y una tensión crónica (repetición frecuente o de larga duración).

Las diferentes causas que afectan a las personas, puede ser:

- Físicos: como el calor, frío, el ruido, la vibración, la presencia de algo dañoso a la salud (por ejemplo el monóxido de carbono).
- Psicológico: como un disgusto (por ejemplo debido problemas domésticos, etc.), problemas reales o imaginados (por ejemplo debido a los problemas financieros, enfermedades, etc.).
- Reactivo: como eventos que ocurren en la vida cotidiana (por ejemplo trabajo bajo presión, etc.).

Un problema de stress puede manifestarse por las señales de irritabilidad, olvido, errores, alcohol o abuso de droga. Las directivas tiene el deber de identificar individuos que pueden estar padeciendo stress y así minimizar las tensiones del lugar de trabajo.

- Tensión doméstica: cuando el personal de mantenimiento ingresa a trabajar, no pueden dejar detrás las tensiones asociadas con la casa, debido a que las preocupaciones están presentes durante todo el día de trabajo, distrayéndolo de

sus labores y así disminuyendo el rendimiento y habilidades en operaciones de mantenimiento.

Las tensiones domésticas resultan de los cambios de vida en el hogar, como el matrimonio, el nacimiento de un niño, calamidad doméstica, separaciones, etc. Debe notarse que los individuos responden a las situaciones de tensión de maneras muy diferentes.

- Trabajo relacionado con el stress: el personal de mantenimiento puede experimentar stress por dos razones en el trabajo: debido a la tarea, trabajo que ellos están emprendiendo en ese momento, o debido al ambiente organizacional. El stress puede sentirse al llevar a cabo ciertas tareas que son particularmente desafiantes o difíciles. Esta tensión puede aumentarse por la falta de conocimientos, o presiones de tiempo para completar la tarea o trabajo. Este tipo de stress se puede reducir con una buena organización, buen entrenamiento, etc.
- Manejo de stress: una vez es evidente el stress, generalmente se responde usando una de las dos estrategias: *defensa o copiado*.

La estrategia de defensa involucra un alivio de los síntomas (tomando la medicación, el alcohol, etc.) o reduciendo la ansiedad (negándose a sí mismo que hay un problema, o culpando alguien más).

La estrategia de copiado; involucra el trato directo con el origen del stress en lugar de los síntomas (por ejemplo delegando el trabajo, priorizar tareas, arreglar el problema, etc.).

Desafortunadamente, no siempre es posible tratar con el problema si esta fuera del alcance del individuo (como durante una emergencia). El buen manejo del stress Incluye:

- Técnicas de Relajación.
- Regulación Cuidadosa de sueño y dieta.
- Un régimen de ejercicio físico.
- Apoyo (al hablar con un amigo en busca de un consejo).

No hay ninguna fórmula mágica para curar el stress y la ansiedad, solamente el sentido común y el consejo práctico.

4.5.3 Presión de trabajo y fechas límites: no hay industria probablemente en el ambiente comercial que no impone algunas formas de fecha límite, y por consiguiente la presión de tiempo, en sus empleados. En el mantenimiento de aeronaves no es ninguna excepción. Como una causa del stress es la presión, al imponer fechas límites en la entrega de labores se percibe dicha presión para cumplir con el tiempo estipulado para la entrega de estas tareas. Además, cada persona puede presionarse al imponerse el tiempo para la realización de un trabajo (completando una tarea antes de un descanso o antes del fin de un turno).

La dirección tiene las presiones contractuales asociadas con prestar un servicio dentro del horario especificó para sus clientes. Para presentar un servicio de mejor calidad con su flota de aviones, el mantenimiento debe lograrse en menos horas, estas horas son frecuentemente en la noche. El fracaso de estas tareas puede impactar directamente en la puntualidad del vuelo y satisfacción del pasajero. Así, el departamento de ingeniería tiene como objetivo: cumplir con la fechas limites pero sin descuidar la seguridad de la aeronave



- Los efectos de la presión del tiempo y fechas límite: se piensa que generalmente con un poco de presión se lleva a cabo la realización eficaz de una tarea. Sin embargo, es cierto que esa excesiva presión de tiempo (externo o voluntario), significa que cuando hay una mayor presión se pueden terminar totalmente las tareas en un tiempo estipulado pero esto puede tener como consecuencia errores que son causantes de accidentes e incidentes aéreos.

- Manejo de la presión del tiempo y fechas límite: un método potencial de manejar las presiones de tiempo ejercido en Ingenieros es a través de la regulación. Por ejemplo, la investigación de la FAA ha resaltada la necesidad de aislar el personal de mantenimiento de las presiones comerciales. Ellos consideran que esto ayudaría a asegurar esos problemas de la aeronavegabilidad y de seguridad en los mantenimientos de las aeronaves, ya que solo están involucrados en un tema específico.

Al imponer fechas límite y asignar las tareas se debe considerar:

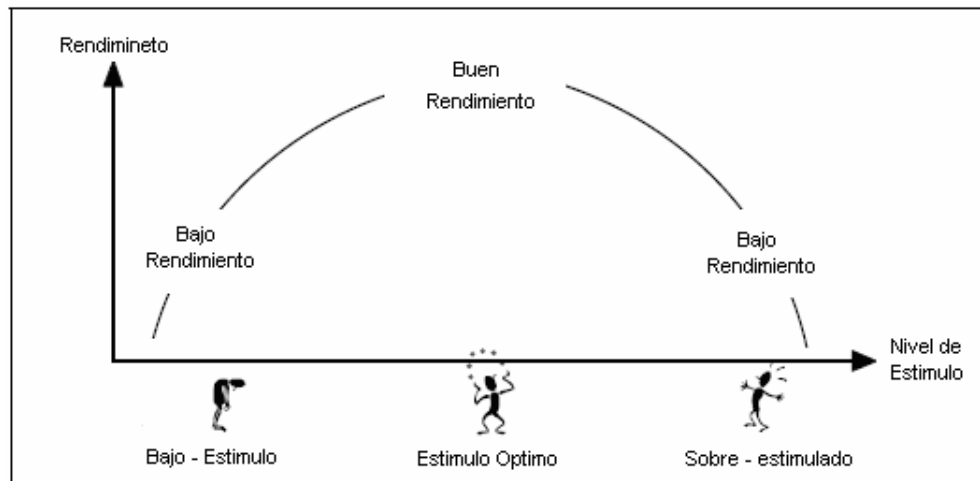
- Realizar los trabajos según la importancia que se tenga.
- El tiempo real disponible para llevar a cabo el trabajo (considerado los descansos, cambios de turno etc.).
- El personal disponible a lo largo del trabajo.
- Utilización más apropiada de personal.
- Disponibilidad de partes, hangares y equipos.

4.5.4 Carga excesiva y poca carga de trabajo: las secciones precedentes en stress y presión de tiempo han indicado que una cierta cantidad de estimulación es beneficiosa para el personal de mantenimiento, pero también mucha

estimulación puede llevar a tensión o por encima de compromiso en términos de tiempo. Es notable que tan poco estímulo también pueda ser un problema.

- **Despertamiento ó estímulo:** se refiere a la prontitud de una persona por realizar el trabajo. Para lograr un nivel óptimo de rendimiento de una tarea, es necesario tener un cierto nivel de estímulo o despertamiento. Este nivel varía de persona a la persona. Hay personas que son sobre cargadas excesivamente por hacer más de una tarea en un momento y por otro lado hay personas que parecen aumentar la tensión, estando contento y asumiendo cada vez más trabajos o desafíos. Figura 17 muestra la relación general entre el despertamiento y el rendimiento de la tarea.

Figura 17. Optimo estímulo que conduce al mejor rendimiento de la tarea



Fuente: The Pilot's Manual Volume 6: Human Factors and Pilot Performance.

En los niveles bajos de despertamiento, nuestros mecanismos no serán particularmente activos y nuestra capacidad de rendimiento será baja. Al final de la curva, el rendimiento deteriora cuando el despertamiento se pone demasiado alto.

Hasta cierto punto, esto es porque nos obligan a volcar las tareas y enfocar la información solamente en la atención. El mejor rendimiento de la tarea ocurre en alguna parte en el medio.

En el lugar de trabajo, el despertamiento es principalmente influenciado por el estímulo debido a las tareas de trabajo. Sin embargo, rodeando los factores medioambientales como el ruido, se puede influenciar en el nivel de despertamiento.

- Factores que determinan la carga de trabajo: un Ingeniero de mantenimiento normalmente puede identificar qué trabajo puede realizar más fácil. Es más difícil evaluar cómo ese trabajo se traduce en carga de trabajo.

El grado de estimulación ejercido en un individuo causado por una tarea generalmente está llamado al trabajo, y puede separarse en el trabajo físico y el trabajo mental.

Los humanos han limitado la capacidad mental de tratar con la información. También están limitados físicamente, por lo que se refiere a la actividad visual, la fuerza, la destreza y así sucesivamente. Así, la carga de trabajo refleja el grado que se demanda en las capacidades mentales y físicas.

La carga de trabajo es relativa (es decir experimentada de diferentes formas por diferentes personas) y es afectada por:

La naturaleza de la tarea, como:

- Las demandas físicas que requieren (fuerza, etc.).
- Las demandas mentales que requieren (la complejidad de decisiones hechas, etc.).

Las circunstancias en las que se ha realizado la tarea, como:

- Rendimiento Normal (es decir el grado de exactitud).
- Tiempo disponible para lograr la tarea (velocidad a que la tarea debe llevarse a cabo).
- El requisito para llevar a cabo la tarea al mismo tiempo de hacer algo más;
- Control percibido de la tarea (es decir es impuesto por otros o bajo su control, etc.).
- Factores medioambientales que existen en el momento (los extremos de temperatura, etc.).

La persona y su estado, como:

- Habilidades (físicas y mentales).
- Su experiencia (particularmente la familiaridad con la tarea en cuestión).
- Su salud actual y niveles de aptitud.
- Su estado emocional (el nivel de tensión, el humor, etc.).

Como el trabajo del Ingeniero puede variar, él puede experimentar períodos de carga excesiva y de baja carga. Éste es un rasgo particular de algunas áreas de la industria como la línea de mantenimiento.

- Carga excesiva: la carga excesiva ocurre en niveles muy altos de trabajo (cuando el Ingeniero se vuelve entusiasmado). El rendimiento se deteriora cuando el despertamiento se vuelve demasiado alto y nos obligan a volcar las tareas y enfocarse en la información importante. Los errores también pueden aumentar.

- Poca carga: ocurre en niveles bajos de trabajo (cuando el Ingeniero presenta un bajo entusiasmo). Puede ser un problema como lo es la carga excesiva, y pueden ocurrir errores.

La poca carga puede ser el resultado de falta de tareas, porque el personal de mantenimiento se encuentra aburrido o porque las tareas asignadas eran fáciles y se terminaron antes del tiempo previsto. La naturaleza de la industria de mantenimiento de aeronaves significa que el trabajo disponible oscila, dependiendo la hora del día, horarios de manteniendo y trabajos inesperados.

- Dirección manejo de la carga de trabajo: desafortunadamente, en un ambiente comercial, es raramente posible hacer grande las correcciones a los horarios de mantenimiento o eliminar las presiones de tiempo. La esencia del manejo de la carga de trabajo en el mantenimiento la aeronave debe incluir:

- Asegurar a ese personal que tiene las habilidades requeridas para hacer las tareas que ellos se han propuesto, la habilidad y experiencia para hacer las tareas dentro de las escala de tiempo.
- Asegurarse que ese personal posee las herramientas.
- Asignación de tareas y equipos.
- Proporcionar el entrenamiento de factores humanos al personal de mantenimiento para un mejor rendimiento.

Si se esta desarrollando una situación de carga excesiva, algunos métodos para mejorarla incluyen:

- Buscar un método más simple de llevar a cabo el trabajo.
- Delegar ciertas actividades a otros para evitar una carga excesiva.
- Extender el tiempo de trabajo para así realizar mejor las tareas.

Aunque la carga de trabajo varía en el departamento de ingeniería, la sobre carga de trabajo puede ser moderada. Mucho de esto puede hacerse por la planificación cuidadosa de tareas, mano de obra, suplentes, herramientas y entrenamiento de personal.

#### 4.5.5 Sueño, fatiga y cambios de turnos

- El sueño: es un estado natural de conciencia reducida que involucra los cambios en la fisiología del cuerpo y cerebro.

El sueño puede resistirse durante un tiempo corto, pero este ocurre tarde o temprano. Cuando se hace, se caracteriza por cinco etapas de sueño:

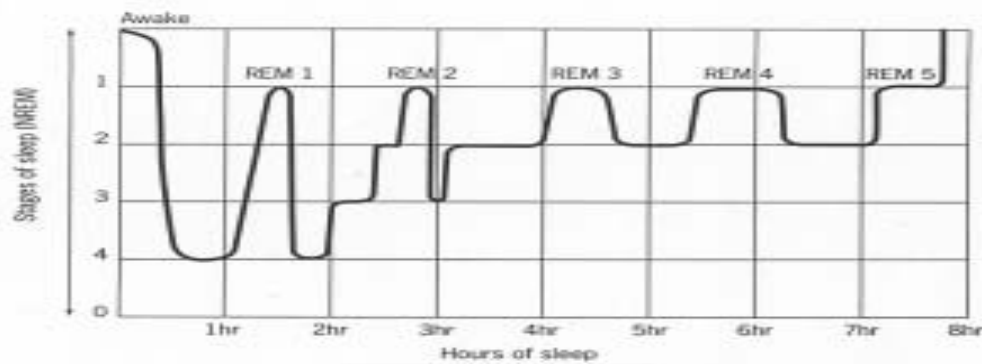
- Etapa 1: esta es una fase de transición entre despertarse y dormir, los músculos se relajan. Es fácil despertar a alguien.
- Etapa 2: este es un nivel más profundo de sueño, pero todavía es bastante fácil despertar a alguien.
- Etapa 3: el sueño es aun más profundo y es más difícil despertar pues no siente los estímulos externos.
- Etapa 4: esta es la fase más profunda de sueño y es muy difícil despertar a alguien.
- Movimiento Rápido del ojo o Sueño REM: Aunque esta fase se caracteriza por la actividad similar del cerebro a una persona que está despierta, la persona es más difícil de despertar que en la etapa 4. Este se conoce también como el sueño paradójico. Los músculos se vuelven totalmente relajados y los ojos se mueven rápidamente de un lado a otro bajo los párpados. Se piensa que soñar ocurre durante el sueño REM.

Las etapas 1 a 4 son colectivamente conocidas como el sueño no REM (NREM). Las etapas 2-4 son catalogadas como el sueño de ola-lento y parece relacionarse a la restauración del cuerpo, considerando que el sueño REM parece ayudar al fortaleciendo y organización de recuerdos.

Experimentos del sueño privado sugieren que si una persona se priva de las etapas de sueño 1-4 o sueño REM él mostrará los efectos rebote. Esto significa que el sueño subsiguiente, constituirá el déficit en ese tipo de sueño. Esto muestra la importancia de ambos tipos de sueño.

Como puede verse en la figura 18, el sueño ocurre en ciclos. Típicamente, el primer sueño REM ocurrirá aproximadamente 90 minutos después del ataque de sueño. El ciclo de fase 1 a 4 sueños y el sueño REM se repite durante la noche aproximadamente cada 90 minutos. El sueño profundo ocurre en la noche y el sueño REM se pone mejor con el pasar de noche.

Figura 18. Ciclo Típico de fase de sueño. 1-4 (NREM) y sueño REM en el curso de una noche.



Gross. Handbook of oncology nursing, 3rd Boston, University of Bonn. 1961

- Ritmos cardiacos: aparte de la alternación entre la vigilia y sueño, el hombre tiene otros ciclos internos, como la temperatura del cuerpo y comer. Éstos son conocidos como ritmos cardiacos que se relacionan en el transcurso del día.

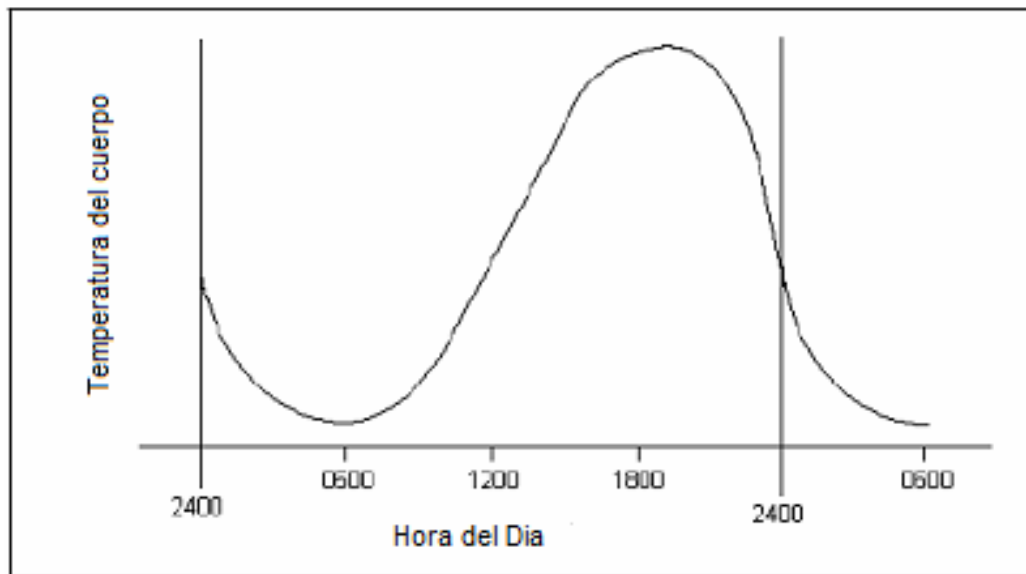
Los ritmos cardiacos son fisiológicos y las funciones de comportamiento y los procesos en el cuerpo tienen un ciclo regular de aproximadamente un día (realmente aproximadamente 25 horas en el hombre).

Aunque, los ritmos cardiacos son controlados por el cerebro, ellos se influyen y sincronizan con los factores externos (medioambiente) como la luz. Un ejemplo de romper los ritmos cardiacos sería tomar un vuelo que cruza zonas del tiempo. Esto interferirá con la sincronización, con la luz y la oscuridad (día / noche). Esto tira el eslabón natural entre la luz del día y el reloj interior del cuerpo, causando el retraso del motor de reacción, produciendo el sueño durante el día, etc.

La figura 19 muestra el ritmo cardiaco para la temperatura del cuerpo. Este modelo es robusto, significando que aun cuando el modelo normal de vigilia y sueño se rompe (por el turno de trabajo), el ciclo de temperatura permanece inalterado. Puede verse que si usted está despierto a las 4-6 en punto por la mañana, su temperatura del cuerpo está en un comedero y está en el momento que es más difícil quedarse despierto. La investigación ha mostrado que al bajar la temperatura del cuerpo parece unirse a una baja en la vigilia y rendimiento en el hombre.



Figura 19. El ritmo cardiaco según la temperatura interna del cuerpo.



Fuente: Enciclopedia de la salud y seguridad en el trabajo. 2003

Aunque hay muchos factores contribuyentes, es notable que la mayoría de incidentes y accidentes que involucran el error humano han ocurrido al comenzar el pre-alba, cuando la temperatura del cuerpo y capacidad de la actuación son más bajas.

El rendimiento del personal de mantenimiento en este “punto bajo” se mejorará si se descansa bien, así, se sienten bien y efectúan las actividades adecuadamente.

- Fatiga: puede ser fisiológica o subjetiva. La fatiga fisiológica refleja la necesidad del cuerpo para la restauración. Se relaciona con los factores recientes como la actividad física, salud actual, el consumo de alcohol, y con los ritmos cardiacos. Sólo puede satisfacerse por el reposo y eventualmente, en un período de sueño.

La fatiga subjetiva es la percepción de un individuo de cómo se sienten en el sueño. Esto no sólo es afectado cuando se duerme la última vez y como fue el sueño.

La fatiga es causada típicamente por el sueño tardío, pérdida de sueño, desincronización de los ritmos cardíacos y los períodos concentrados de tensión física, stress mental o ejercicio. En el lugar de trabajo, trabajar largas horas, trabajar durante las horas de sueño normales y trabajar en rotaciones de cambio de horario produce fatiga en mayor grado.

Síntomas de fatiga:

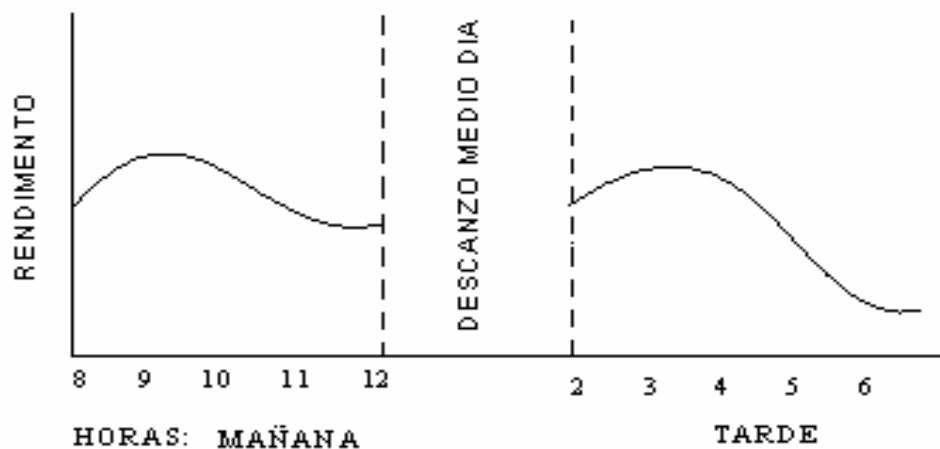
- Disminución en la percepción (la visión, oído, etc.) y una falta general de conocimiento.
  - Disminución en habilidades motoras y reacciones lentas.
  - Problemas con la memoria a corto plazo.
  - Canalizar la concentración en un solo problema posiblemente insignificante, al abandono de otros y fallando en mantener una apreciación global.
  - Ser fácilmente distraído por asuntos insignificantes.
  - Poco Juicio y decisión llevando a incrementar los errores.
  - Los humores anormales, los cambios erráticos en el humor, depresión, periódicamente exaltado y enérgico.
  - Disminución de estándares del propio trabajo.
- 
- Fatiga muscular: resulta de la actividad de ciertos grupos de músculos que aseguran equilibrio en el curso de una posición de trabajo y de los gestos profesionales.

Estudios de la productividad o rendimiento industriales, realizados en el curso de un día típico de trabajo, en empresas observadas demuestran ampliamente que la fatiga reduce la capacidad para seguir trabajando.

La figura 20 presenta un diseño esquemático del rendimiento promedio por hora de una labor industrial que incluye actividad motriz, en esta se observa:

- La actividad motriz se caracteriza por un periodo inicial de calentamiento.
- Aumento del rendimiento en el tiempo siguiente al calentamiento.
- Declinación del rendimiento durante las últimas horas de la mañana, lo mismo hacia en final del periodo de trabajo.

Figura 20. Rendimiento promedio por hora de labor



Fuente: La fatiga, los accidentes y las condiciones de trabajo. 1997

Recordemos algunas nociones elementales sobre mecanismo de las contracciones. El nervio que transmite la orden libera, en su terminación en el músculo, una pequeña cantidad de acetilcolina, la cual provoca una excitación. Esta sustancia, siempre presente en la "placa motriz", solo se vuelve activa

cuando esta sometida al influjo nervioso. Las cosas son bastante complejas en el plano, ya que son numerosas las sustancias intermitidas que intervienen en este proceso, cuyo misterio, por otra parte, no se ha logrado descifrar completamente. Sus modificaciones bioquímicas son causas posibles de fatiga local.

Una vez excitadas las fibras musculares, el músculo se contrae. Esta condición se manifiesta de varias maneras:

- El músculo no tiene posibilidad de encogerse. La situación práctica puede ser lo siguiente; se toma en la mano un peso (un kilo), y se mantiene el brazo extendido horizontalmente, inmóvil. Al no poder encogerse los músculos del brazo, su tensión aumenta. A este género de contratación se llama *isométrica*, es decir, de la misma longitud. El músculo se ha contraído pero su longitud no se ha modificado. Este trabajo, llamado estático, es el mas fatigoso, según vamos a verlo.
- La actividad mas corriente de los músculos es el trabajo dinámico positivo. El músculo se encoge y se realiza en un trabajo mecánico mediante una contratación *isotónica*, (la longitud se modifica, pero la tensión muscular permanece la misma). Ejemplos: la marcha, el manejo de ciertos instrumentos (martillo, manivela, etc.).
- Mencionemos, finalmente, el trabajo dinámico negativo, cuando el músculo es solicitado por fuerzas exteriores durante su contratación, realiza, pues, una actividad de freno. En estos casos, la energía entera se ha transformado en calor.

Pasemos ahora a la fatiga muscular. ¿Por qué disminuye el rendimiento del trabajo muscular y se reduce la capacidad a medida que se va rebasando un cierto umbral?

Al principio se pensó en un agotamiento de la sustancia nutritiva: el glucógeno, la glucosa y sus derivados, es decir, las moléculas utilizadas directamente por las células musculares. Esta teoría se abandonó al comprobarse que un músculo aislado cesaba de responder a las excitaciones mucho antes de que se agotara su reserva de glúcidos y que incluso en ese momento contenía importantes cantidades de glucógeno. Después de una carrera de 400m, los músculos de un atleta contienen todavía glucógeno suficiente para realizar un esfuerzo semejante para realizar durante unos 15 o 20 minutos, sin embargo no podrá nunca hacerlo, está demasiado fatigado.

Otra teoría apoyada por numerosos argumentos de peso, es la de la *autointoxicación*. En el músculo se acumulan toxinas que, no pudiendo ser evacuadas lo bastante de prisa impedirían el funcionamiento normal. Ranke ha mostrado un hecho muy característico; el simple lavado del músculo fatigado y agotado le hace apto para nuevas contracciones. Sin embargo, no le aporta ninguna sustancia energética; el único efecto es arrastrar los desechos.

Por otra parte, si se provoca la contratación de un músculo aislado, pero dejando entre cada excitación un tiempo de reposo suficiente, el músculo sigue respondiendo normalmente, es decir, con contracciones importantes, a las descargas eléctricas durante un buen lapso de tiempo sin fatigarse. Así pues, el espaciamiento de las contracciones permite eliminar las “toxinas de la fatiga” a medida que se acumulan. Es fácil imaginarse las aplicaciones prácticas inmediatas; para evitar la fatiga física bastará intercambiar pequeñas pausas, lo bastante importante para que permitan la “desintoxicación” del órgano activo. Los modernos estudios de ergonomía tienen en cuenta, y con razón, la necesidad de esas micropausas en la actividad muscular.

La teoría de la autointoxicación puede parecer irreprochable a primera vista; en realidad, esta presencia creciente de catabólicos en la célula fatigada no basta

para explicar la fatiga. Se han emitido ciertas hipótesis. En primer lugar se trataría de una limitación en los procesos de excitación de la contratación muscular que provocaría el estado de fatiga, limitación que estaría condicionada por la actividad de las membranas celulares.

Otra explicación que se da de "fatiga neuromuscular" se fija precisamente en que siempre se da el binomio indisoluble: sistema nervioso que manda y músculo que obedece.

Ahora bien se puede pensar que la repetición de la excitación en una sola zona del cerebro sea un factor esencial de fatiga.

Un hombre no puede mantener, mas de 3 o 4 minutos el brazo extendido hacia delante sosteniendo un pequeño peso de 100g, si bien los músculos del brazo realizan a menudo durante horas trabajos que exigen esfuerzos mucho más grandes. " porque ese esfuerzo aparentemente sencillo y al alcance de un niño, resulta en la practica intolerable".

Antes se pensaba que esta especie de fatiga se debía únicamente a una mala circulación de la sangre en los músculos. A primera vista, la explicación parecía lógica; en un músculo inmóvil y contraído, la circulación sanguínea tiene la circulación de la sangre tiene lugar con menor eficacia que en un músculo en movimiento. Sin embargo, las experiencias no han aportado argumentos a favor de esta hipótesis. Después de un trabajo estático, se detuvo la circulación de la sangre mediante un torniquete colocado a la altura del hombro. La capacidad de trabajo de los músculos fatigados se restableció poco a poco, a pesar de detenerse la circulación sanguínea.

De hecho, en el caso el trabajo estático, la causa de la fatiga no reside únicamente en los procesos locales, sino también en los ceñitos situados en el cerebro.

Durante el esfuerzo se extiende en el cerebro un pequeño foco permanente de excitación, limitado quizás algunas neuronas, y rodeado de una gran zona somnolienta. En cambio, si se trata de un trabajo dinámico, el mismo foco se enciende y apaga sucesivamente; se da alternativamente excitación e inhibición. En la ronda entran también otras zonas próximas o lejanas. Esta sucesión permanente de excitaciones e inhibiciones asegura la posibilidad de prolongar mucho más tiempo el esfuerzo y evitar la fatiga.

La fijeza de la excitación durante el trabajo estático es lo que lleva rápidamente a la fatiga, e incluso a la extenuación.

La fatiga física generalmente es sana, aunque siempre hay excepciones.

Las causas de la fatiga neuromuscular pueden estar en<sup>8</sup>:

- Los tejidos y las células: trastornos bioquímicos locales, sobre todo la perturbación de las proteínas contráctiles (miosina y actina) y sus re-síntesis con ayuda de la glucosa, de los ácidos grasos libres y de los aminoácidos.
- El abastecimiento: el pulmón no consigue introducir en el organismo la cantidad de oxígeno necesaria ni el corazón ni la sangre transportarlas; las sustancias energéticas no son las suficientes y los residuos no se eliminan.
- La transmisión de ordenes: una frecuencia de impulso nervioso que pase de 6 por segundo resulta inquietante; cuando se llega a 15 por segundo, rápidamente aparece la fatiga de los centros nerviosos. Un trabajo medio de larga duración agota los centros nerviosos.

---

8. El surmenaje. Ensayo sobre la fatiga mental y física y sus causas. Biblioteca de psicología. Leonid Petrescu, editorial Herder 1980. Barcelona (España).

4.5.6 Turno de trabajo: la mayoría los de mantenimiento (mayores y menores) en aeronaves ocurre entre 6 de la mañana y 10 de la noche para encajar con los requisitos de los pasajeros. El personal de mantenimiento es requerido cuando el avión está en tierra. Sin embargo, este horario significa que el avión está a menudo disponible para el mantenimiento más importante durante la noche. Así, el personal de mantenimiento trabaja durante las 24 horas y es inevitable que cumpla las obligaciones comerciales. El personal de mantenimiento normalmente trabaja por turnos. Algunos Ingenieros y técnicos trabajan en el mismo turno permanentemente, pero el ciclo de la mayoría va en turnos diferentes. Éstos comprenden típicamente un “Turno temprano “, “Turno tarde “, “Turno nocturno”, un “Turno de día y un Turno nocturno” que depende del mantenimiento de la organización.

- Ventajas y desventajas de trabajo por turnos: hay pros y contras en los turnos de trabajo. Algunas personas dan la bienvenida a la variedad de trabajar varias horas asociados con los modelos de trabajo de turno regulares. Las ventajas pueden incluir más días libres y evitar las horas pico del tráfico cuando van hacia el trabajo.

Las desventajas del trabajo por turnos son principalmente asociadas con:

- Trabajar “horas insociables “, significa que el tiempo disponible con los amigos, familia, etc., se romperá.
- Trabajar cuando el rendimiento humano es conocido como “pobre” (es decir entre 4 y 6 de la mañana).
- Los problemas asociados con la desincronización.



- Trabajar en la noche: trabajar por turnos significa que los Ingenieros y Técnicos usualmente tendrán que trabajar por la noche, permanentemente o como parte de un modelo de cambio rodante. Esto se introduce a la posibilidad de aumentar errores humanos. Las noches activas también pueden llevar a problemas de sueño durante el día, debido a la interferencia de luz del día y el ruido medioambiental. El uso de tapones del oído puede ayudar, así como la anulación de cafeína antes del sueño.

- Modelos de turnos rodantes: cuando un Ingeniero trabaja en turnos rodantes y cambios de un turno a otro (por ejemplo (turno de día a turno nocturno), el reloj interior del cuerpo no se restablece inmediatamente. Él continúa adelante con su viejo ciclo despertador durante varios días, la persona dormirá cuando el cuerpo piense que es apropiado, y sólo este gradualmente es resincronizado. Sin embargo, por este tiempo, el Ingeniero puede haber cambiado el turno. Generalmente, se acepta ahora la rotación de turno, puede ser a los turnos más tarde (es decir el turno temprano a el turno nocturno) en lugar de la rotación hacia los turnos más tempranos (el turno nocturno a el turno el temprano).

- Sueño, fatiga, cambio de turno y personal de mantenimiento: la mayoría de los individuos necesita aproximadamente 8 horas de sueño en un periodo de 24 horas, aunque esto varía entre los individuos, algunos necesitan más y algún son felices con menos de esto para estar descansado totalmente. Una buena regla es que una hora de calidad superior de sueño es buena durante dos horas de actividad.

Al hacer cambios de turno, es importante que el Ingeniero se discipline con sus tiempos de comer y dormir. Es más, fuera de actividades de trabajo este tiene que

haber planeado el resto de sus actividades. Por ejemplo, es obvio que un individuo que ha estado fuera en la noche hasta las horas tempranas de la mañana no descansará adecuadamente si tiene un turno temprano.

Finalmente, merece la pena que, aunque la mayoría de los Ingenieros se adapta a turnos de trabajo se vuelve más duro trabajar rotando turnos mientras mas uno envejece.

#### 4.5.7 Alcohol, medicación y abuso de drogas

- Alcohol: el alcohol actúa como un depresivo en el sistema nervioso central, mientras cambian los sentidos la reserva mental creciente y los tiempos de la reacción física. Incluso con un poco de alcohol el rendimiento varía y el individuo puede percatarse de cuanto ha bebido y si es apto para realizar una tarea o no. Como una regla general, el personal de mantenimiento no debe trabajar durante por lo menos ocho horas después de beber cantidades pequeñas de alcohol y aumenta este tiempo si ha estado por más tiempo bajo la influencia del alcohol.

Los efectos del alcohol puede hacerse considerablemente peores si el individuo esta fatigado, enfermo o usando medicamento.

- Medicación: cualquier medicamento, no importa lo común que sea, puede tener efectos directos o indirectos que posiblemente pueden dañar el rendimiento del personal de mantenimiento en el lugar de trabajo.

Hay riesgo al consumir algún medicamento si el individuo tiene sensibilidad particular al medicamento o ha sus ingredientes. El personal de mantenimiento

debe tener particularmente cuidado al tomar una medicina la primera vez, y debe preguntarle a su doctor que si cualquier droga prescrita afectará su rendimiento en el trabajo.

Cualquier medicación debe tomarse la primera dosis por lo menos 24 horas antes que cualquier actividad para asegurar que no tiene efectos secundarios. La medicación normalmente se toma para relevar síntomas de una enfermedad. Aun cuando las drogas tomadas no afecten el rendimiento del trabajador, él todavía debe preguntarse si la enfermedad lo ha hecho temporalmente incapaz para el trabajo.

Debe usarse con precaución y bajo órdenes médicas algunos medicamentos para no influir en el rendimiento del trabajo.

- Los analgésicos son usados para el alivio de dolor y para oponerse a los síntomas de fríos y gripe, etc.
- Los antibióticos (como la Penicilina) puede tener corto término o efectos tardíos que afectan el rendimiento del trabajo. Su uso indica que una infección bastante severa puede estar presente y aparte de los efectos de éstas substancias, los efectos secundarios de la infección casi darán siempre un individuo incapaz.
- Las anti-histaminas son usadas ampliamente en “curas para el resfriado” y en el tratamiento de alergias (por ejemplo el fiebre). La mayoría de este grupo de medicinas tiende a provocar sueño.
- Los descongestionantes (es decir los tratamientos para la congestión nasal) pueden contener químicos. Los efectos secundarios reportados, son ansiedad, temblor, pulso rápido y dolor de cabeza.
- Las pastillas para el ánimo se usan para mantener la vigilancia. Ellos contienen a menudo cafeína, dexedrina o benzedrina. Esto puede causar dolores de cabeza, vértigo.

Los individuos deben obtener consejo médico antes de tomarlos.

- Drogas: las drogas ilícitas como el éxtasis, cocaína y heroína, afectan el sistema nervioso central y dañan la función mental.

Su consumo y posesión esta prohibido por las leyes Colombianas. Si alguien del personal de mantenimiento esta bajo la influencia de alguna droga será evidente debido a su reacción y a su bajo nivel en el rendimiento en el trabajo y concentración en este.

#### 4.6 AMBIENTE FÍSICO

El personal de mantenimiento puede esperar trabajar en una variedad de ambientes diferentes, “mantenimiento en línea” (generalmente fuera del hangar) o “mantenimiento mayor” (normalmente dentro de un hangar o taller), en todos los tipos de tiempo y condiciones climáticas, día y noche. Esto depende mayormente de la compañía en la cual trabaja, y la función que él cumple en la compañía. Ambos ambientes físicos tienen sus propios rasgos específicos o factores que pueden chocar con en el rendimiento humano.

4.6.1 Ruido: el ruido en el lugar de trabajo puede tener efectos tanto negativo a corto plazo y a largo plazo: puede ser molesto, puede interferir con la comunicación verbal, y puede dañar el oído del personal de mantenimiento (temporal o permanentemente). Se analizo que el oído es sensible a los sonidos entre ciertas frecuencias (20 HZ a 20 KHz) y esa intensidad de sonido es medida en decibeles (dB), dónde la exposición más alta es de 115 dB, incluso para una duración corta no se recomienda estar sin el uso de protectores auditivos.

El ruido puede ser cualquier sonido no deseado, sobre todo si es fuerte, desagradable y molesto.

El ruido del fondo puede ser “filtrado” por el cerebro a través de una atención enfocada. Por otra parte, para el ruido más problemático, hay formas para proteger el oído (tapa oídos), normalmente se usa por personal de mantenimiento, tanto de mantenimiento en línea y en mantenimiento general, lo cual ayuda a la concentración.

El ruido que se genera en el lugar de mantenimiento puede variar considerablemente. Por ejemplo, la rampa del aeropuerto puede ser muy ruidosa, debido al funcionamiento de motores, APU (unidad de potencia auxiliar), los vehículos de transporte, etc. No es raro exceder (85 dB - 90 dB), ya que si el tiempo de exposición es largo puede causar daño en el oído. El área del hangar también puede ser ruidosa, normalmente debido al uso de varias herramientas durante el mantenimiento de la aeronave. Los períodos cortos de intenso ruido no son comunes aquí y puede causar la pérdida de oído temporalmente. Es muy importante que el personal de mantenimiento esté conciente de la magnitud del ruido alrededor de ellos.

En el trabajo diario, el personal de mantenimiento necesitará a menudo discutir asuntos relacionados a una tarea, cambios de turno, etc. Claramente, es importante que el ruido no interfiera con la comunicación, esto podría repercutir en realización exitosa de la tarea. El sentido común dicta que los asuntos importantes se discuten fuera de las áreas ruidosas.

4.6.2 Sustancias peligrosas: en el mantenimiento de las aeronaves se involucran una variedad de fluidos y sustancias químicas. Por ejemplo, se pueden encontrar con varios tipos de lubricantes (aceites y grasas), fluidos hidráulicos, pinturas,

compuestos, soldadura, etc. De hecho, hay muchas posibilidades que el personal de mantenimiento pueda exponerse a sustancias peligrosas en el lugar de trabajo. Estas sustancias pueden emitir algún tipo de vapor o gases tóxicos, que pueden ser inhalados por el personal que lo manipula, causando graves daños en la salud (irritación del ojo) y rendimiento laboral. Algunos gases pueden no ser detectados debido a que no emiten un fuerte olor, por eso hay que estar atento de los materiales con los cuales se está trabajando, y conocer sus reacciones.

No siempre es posible eliminar los olores que se producen por el mantenimiento de las aeronaves. Cuando se detectan los gases tóxicos, es importante informara a los supervisores para que estos tomen las medidas correctivas y así evitar que los gases se propaguen por el lugar de trabajo.

Para trabajos con sustancias toxicas, se deben tomar las medias de seguridad, como aumentar la ventilación en áreas cerradas, uso de tapa bocas, etc.

4.6.3 Iluminación: para una realización de trabajo adecuado es necesario que el sitio donde se encuentre posea una excelente iluminación y así el personal pueda llevar a cabo su trabajo seguro y eficazmente. Además, para la percepción del color se requiere una adecuada luz para estimular los conos del ojo. Una iluminación insuficiente puede tener consecuencias como la mala realización del trabajo, el aumento en el tiempo previsto para una determinada labor lo cual lleva a cometer varios errores en la elaboración de los trabajos.

El personal de mantenimiento que no trabaja en sitios cerrados, tiene la suficiente luz natural necesaria para una buena visión y esto lleva a la realización correcta de sus actividades. Sin embargo también pueden estar expuestos a la sombra (posiblemente causada por el avión) o un edificio. En algunos casos a los hangares no le llega una total iluminación natural y hay equipos o materiales

acumulados que no están siendo iluminados, en estos casos, se requiere de luz artificial. En la noche es necesario iluminar los aeródromos con reflectores y otras iluminaciones con el fin de que el personal que labore en horas de la noche pueda ver lo que se esta haciendo.

Dentro de un hangar, el área de iluminación general tiende a ser un poco más alejada de la distancia en la que el personal de mantenimiento este trabajando, pues normalmente el personal esta atado a edificios que son bastante altos. Esto hace que estas luces sean difíciles para alcanzar, además se cuida que las bombillas dañadas sean remplazadas a tiempo para realizar un buen desempeño en el trabajo. En general, el área de iluminación del hangar tiene que ser alimentada por luz artificial, pues la luz del día no alcanza todos los lugares y como se trabaja también de noche es necesario tener la mejor iluminación posible para así garantizar una buena realización en el trabajo.

Al introducir mas luz para la realización de alguna tarea hay que tener en cuenta que no afecte el brillo, y esto lo analiza el personal que en ese momento lo este efectuando. También debe tenerse en cuenta que al ser colocada no se refleje por fuera de la superficie en la que se este trabajando pues esto causaría una luz intensa, esta luz puede no dejar ver bien por su cantidad de brillo y esta seria causante de errores.

La poca iluminación en el ambiente de trabajo es una deficiencia para la investigación y determinación de ciertos incidentes que ocurren. Cuando el personal se ve obligado a usar linternas para una mejor iluminación en un área específica que este trabajando, este se ve obligado a sostenerla con una sola mano y a realizar su labor con la otra, minimizando así su rendimiento. Es igualmente importante que halla una buena iluminación en áreas auxiliares, como las oficinas, tiendas etc.

Confiar en que la iluminación es suficiente no quiere decir que sea la necesaria para poder ver que es lo que se está haciendo, en algunos casos son utilizadas herramientas como espejos para un mejor aprovechamiento de la iluminación y así tener mayor alcance a zonas remotas.

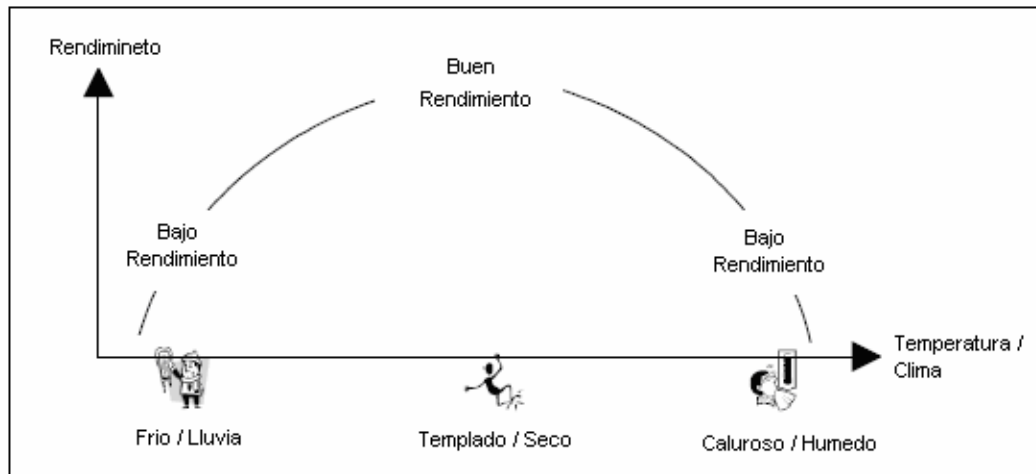
4.6.4 Clima y temperatura: los humanos pueden trabajar dentro de una amplia gama de temperaturas y condiciones climáticas, pero su rendimiento se ve afectado cuando son sometidos a los extremos. Así, como puede verse en la figura 21, cuando hay demasiado frío o es demasiado caliente, el rendimiento disminuye.

Se tiene claro que el personal de mantenimiento trabaja rutinariamente dentro y fuera del hangar, claramente el personal que trabaja fuera del hangar está más expuesto a los cambios de clima pues estos deben trabajar con el sol directo, vientos fuertes, lluvia, etc. Así mismo aunque el personal que labora dentro del hangar no se somete a cambios drásticos del clima ellos pueden sentir frío y percibir corrientes de aire, sobre todo si las puertas del hangar tienen que permanecer abiertas.

En todas las condiciones medioambientales, los Ingenieros no pueden esperar mantener las normas exigidas y esperadas por su profesión, debido a que como ocurren cambios climáticos lo que ellos tienen que observar es el cumplimiento de las labores sin importar que tenga que improvisar algún método para que el ambiente de trabajo sea el más adecuado.



Figura 21. Condiciones de temperatura



Fuente: Factores psicosociales en el trabajo: Naturaleza incidencia y prevención

Las condiciones medioambientales pueden afectar el rendimiento físico. Por ejemplo, el frío hacen dormir los dedos, reduciendo la habilidad de los técnicos para llevar a cabo reparaciones complicadas; vientos fuertes pueden distraer sobre todo si se tiene que trabajar en alturas. Las condiciones extremas medioambientales pueden ser fatigantes física y mentalmente.

No hay soluciones simples a los efectos de temperatura y clima en mantenimiento. Por ejemplo, el frío puede influir mucho, para evitar el frío las personas pueden llevar guantes, pero obviamente los guantes de ellos puede interferir con las habilidades motoras. En el calor directo del sol o lluvia, es normalmente imposible poner un resguardo temporal.

4.6.5 Movimiento y vibración: en la zona de mantenimiento el personal a menudo hace uso de plataformas de acceso móvil para alcanzar varias partes de una aeronave. Al trabajar con plataformas como "Cherry Picker" se pueden presentar

algún tipo de movimiento o vibración la cual puede distraer y disminuir el rendimiento en la labor desempeñada, en ese momento. Estas plataformas están diseñadas para la realización de tareas específicas aunque su forma puede no ser la más adecuada a la hora de realizar la tarea. Cualquier sensación de inestabilidad puede distraer al personal que realiza la tarea pues este se concentra más en mantener su equilibrio y no el correcto desempeño de su labor.

La vibración en el mantenimiento de la aeronave es normalmente asociada con el uso de herramientas rotatorias y equipos auxiliares, como los generadores. Bajas frecuencias de ruido, como las asociadas con motores de aeronaves, también puede causar la vibración. La vibración entre 0.5 Hz a 20 Hz es mas problemática, ya que el cuerpo humano absorbe la mayoría de la energía vibratoria que se encuentra en este rango. El rango entre 50-150 Hz es más molesto en la mano y es asociado con el síndrome de vibración inducida (VWF). Las herramientas neumáticas pueden producir vibraciones molestas, esto también es una causa importante para concentración del personal de mantenimiento.

4.6.6 Espacios reducidos: trabajando en cualquier espacio reducido, sobre todo con espacios limitados para la entrada y salida (tanques de combustible), necesita ser manejado cuidadosamente. Para la realización de un trabajo en espacios reducidos es necesaria la colaboración de otra persona para su adecuada realización debido a que se debe tomar medidas más cautelosas con el material y herramientas. Una buena iluminación y ventilación dentro de los espacios reducidos mejorara la comodidad. Es necesario utilizar medidas de seguridad apropiadas.

4.6.7 Ambiente de trabajo: algunas influencias físicas en el ambiente de trabajo son:

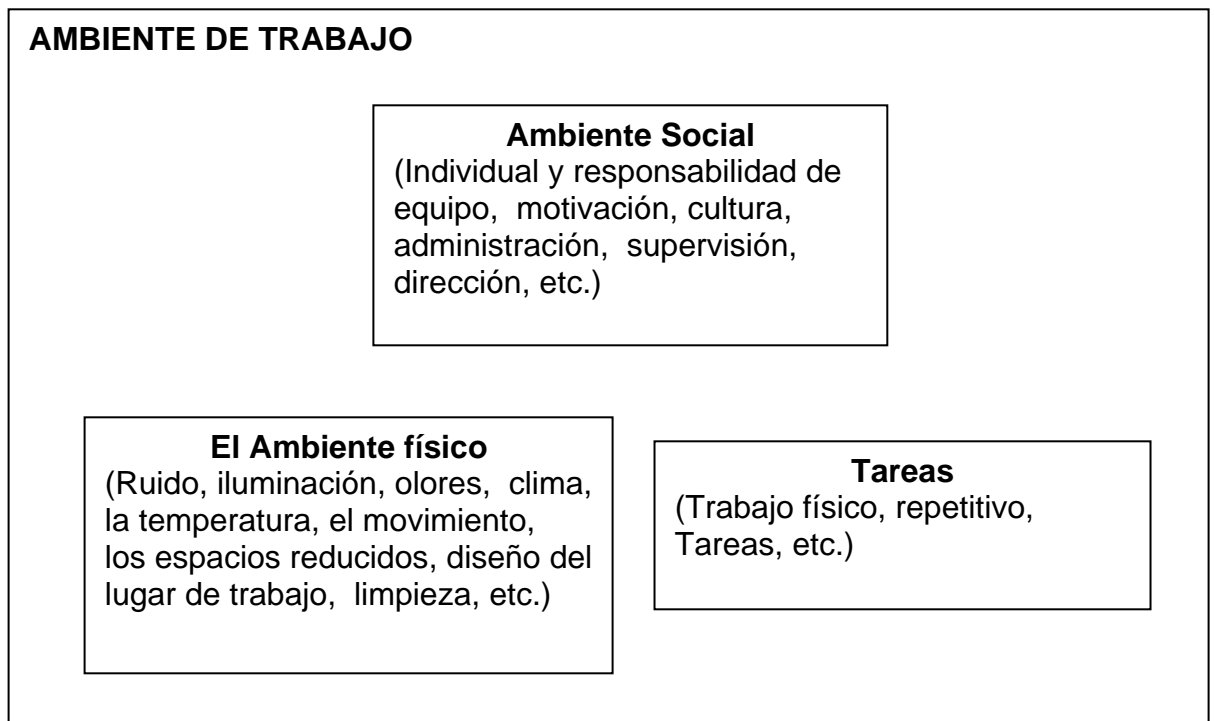
- Diseño del lugar de trabajo, limpieza y orden general (almacenamientos para las herramientas, manuales e información, etc.).
- Los suministros apropiados y el uso adecuado del equipo de seguridad.
- El almacenamiento y uso apropiado de sustancias peligrosas.

Los elementos del ambiente de trabajo se componen en tres y actúan recíprocamente:

- Personal entrenado para la realización de varias tareas.
- Una tarea exitosa requiere un ambiente físico conveniente.
- Un ambiente físico inadecuado o desagradable genera desmotivación.

Es importante reconocer que el personal de mantenimiento es muy profesional, y generalmente hacer el trabajo lo mejor posible sin importar su ambiente de trabajo.

Figura 22. Componentes en el ambiente de trabajo



## 4.7 RIESGOS EN EL LUGAR DE TRABAJO

Los riesgos en el lugar de trabajo tienden a ser temas de salud y seguridad, relacionados con la protección del personal en el trabajo. En cualquier lugar de trabajo y en la ingeniería de mantenimiento de aeronaves principalmente se deben tener cuidados especiales sin excepción. La seguridad y la salud son en tanto factores separados que implican los factores humanos.

### 4.7.1 Reconociendo y evitando los peligros:

- Peligros potenciales en la ingeniería de mantenimiento: pueden existir peligros potenciales en la industria del mantenimiento de aeronaves y es imposible enlistarlos todos. Sin embargo, una evaluación profunda de la seguridad y la salud nos revelan que existen peligros. Los peligros físicos pueden incluir:

- Ráfagas de fuego de soldadura
- Sonidos altos (continuos o súbitos)
- Áreas limitadas o encerradas
- Trabajar a alturas significativas
- Sustancias nocivas (líquidos, humo, etc.)
- Temperatura excesiva (excesivo calor o frío)
- Movimiento de equipos, de vehículos o vibración.

- Legislación relevante y responsabilidades de la organización del mantenimiento: el jefe está obligado a tener informados a su personal sobre las políticas de la organización. Así, en una organización de mantenimiento de aeronaves, las

políticas de seguridad y de salud pueden incluir declaraciones aplicables para la organización según las necesidades:

- Llevar a cabo evaluaciones de trabajo incluyendo inspecciones para determinar los riesgos en salud y seguridad.
- Proporcionar prácticas de trabajo para mejorar la seguridad.
- Informar a los empleados y al personal incluyendo a los trabajadores temporales de cualquier riesgo.
- Proporcionar entrenamiento adecuado e instrucciones para conocer los riesgos.
- Desarrollar e introducir prácticas y procedimientos para reducir riesgos incluyendo el suministro de dispositivos de protección especial y equipos de protección personal.
- Proporcionar bienestar a los empleados.
- Discutir y consultar con los empleados temas representativos de salud y seguridad.

La organización de mantenimiento debe lograr que existan responsabilidades dentro del personal y que relacionen directamente la salud y la seguridad.

Una organización de mantenimiento tiene el deber de realizar y establecer una reglamentación sobre la seguridad y la salud:

- Identificar los peligros en el lugar de trabajo.
- Eliminar los peligros.
- Mitigar los riesgos.

Si los peligros no pueden ser eliminados del lugar de trabajo, el personal debe tener especial cuidado y saber donde están y como se pueden evitar. Esto puede

ser efectuado con entrenamiento y señales de precaución. Para ser efectivas, las señales de precaución deben tener:

- Identificar claramente los peligros;
- Describir el peligro (por ejemplo: descargas eléctricas, radiación, etc.);
- Informar a los empleados que se puede hacer o que no se puede hacer.

La letra debe atraer la atención del personal. Esta puede ser visible y debe ser entendible. Adicionalmente, en el mantenimiento, esta debe durar lo suficiente para que sea efectiva, incluso por años, en el área donde haya polvo.

Las recomendaciones positivas son más efectivas que las negativas. Por ejemplo, la señalización “permanecer detrás de la línea amarilla trazada en el suelo” es mejor que la que enuncia “no permanezca cerca a este equipo”. Las señales de precaución o advertencia deben contener palabras sencillas que indiquen el grado de riesgo asociado con el peligro: la palabra PELIGRO denota que el riesgo es inmediato y puede causar daños y lesiones graves e irreversibles. La palabra PRECAUCION indica un peligro de menor magnitud. La señal debe ser también detallada para evitar el riesgo. La señal de PRECAUCION es generalmente amarilla o negra. La señal PELIGRO es roja, negra o blanca.

- Responsabilidades individuales de los ingenieros: la reglamentación indica que cada individuo dentro de la organización que se encuentra dentro de su lugar de trabajo debe asumir las responsabilidades que implican seguridad y salud.

Cada ingeniero de mantenimiento debe tener especial cuidado en sus labores sabiendo claramente de que él tiene influencia directa en la seguridad suya y de los demás.

De esta manera, en una organización de mantenimiento, las políticas de seguridad y salud pueden incluir documentos aplicables a los ingenieros tales como:

- Tener razonable cuidado de la salud y de la seguridad de si mismos y de los demás, quienes pueden ser afectados por sus acciones u omisiones en el trabajo.
- Cooperar con la organización de mantenimiento para asegurar que los estatutos relacionados con la salud y la seguridad en el trabajo sean conocidos por el personal.
- Trabajar de acuerdo con las instrucciones de seguridad según el entrenamiento recibido.
- Informar a los supervisores de las situaciones de trabajo que representen un peligro inmediato o potencial para la salud o la seguridad en el trabajo y cualquier defecto para la protección.
- No interferir intencionalmente, con imprudencia, o indebidamente, con acciones que afecten la seguridad y la salud.

La actitud de un ingeniero, equipo u organización de mantenimiento (Por ejemplo, la cultura organizacional) puede tener un impacto significativo en la seguridad y en la salud. El personal que manifiesta una actitud de no-autoridad, impulsiva, o imprudencia representa peligro para el mantenimiento de aeronaves.

- Seguridad en el ambiente de trabajo: los ingenieros deben asegurar que se tenga un ambiente de trabajo seguro. Desorden, basura, etc. No es solo una molestia para los demás, pero puede constituir un peligro (por ejemplo, un tropiezo, fuego, etc.). En complemento, los ingenieros deben tener prevención al trabajar en lugares donde no se pueda dejar los objetos en cualquier lugar representando estos un peligro después de haber terminado el trabajo. Los daños

causados por objetos extraños (FOD) son un riesgo para la operación de la aeronave.

- Seguridad dentro de la aeronave: antes de operar o trabajar en un sistema de la aeronave, un ingeniero debe llevar a cabo un chequeo de tolerancias alrededor de las superficies movibles, (por ejemplo: controles de vuelo, tren de aterrizaje, flaps, etc.). La desactivación de procedimientos debe ser realizada (por ejemplo: revisar los frenos, las válvulas de aislamiento, desconectar la energía, etc.). La notificación de la desactivación debe hacerse con indicaciones adecuadas en lugares claves lo que es esencial para informar a otros sobre el estado del sistema.

4.7.2 Hacer frente a las emergencias: un manejo cuidadoso de la seguridad y la salud en el ambiente del mantenimiento debe ser útil para minimizar los riesgos. Sin embargo, deben ocurrir problemas con respecto a la salud y a la seguridad, todo el personal debe conocer las prácticas razonablemente de como comportarse frente a situaciones de emergencia.

- Las emergencias pueden incluir.
- Lesionarse uno mismo o a otro.
- Una situación que es inherentemente peligrosa, la cual tiene el potencial para causar lesiones (tal como el escape de sustancias nocivas, o la propagación de fuego).

Una guía y entrenamiento apropiado deben ser proporcionados por la organización de mantenimiento. La organización debe también proporcionar procedimientos e instalaciones para entrenarse y aprender a hacer frente a las



situaciones de emergencia y estas deben ser adecuadamente comunicadas al personal.

Las acciones básicas en una situación de emergencia son:

- Mantener la calma y evaluar la situación.
- Observar que ha sucedido.
- Analizar los peligros.
- Nunca ponerse en riesgo.
- Ubicarse en un área segura.
- Proteger a cualquier víctima de peligro.
- Eliminar el peligro si es seguro hacerlo (por ejemplo: apagar la fuente de corriente si ha ocurrido una electrocución).
- Tener especial cuidado de nuestras limitaciones (por ejemplo: no intentar apagar el fuego a menos que no represente un riesgo directo de sufrir heridas).
- Evaluar a todas las víctimas (localizar a alguien que tenga conocimiento en primeros auxilios).
- Pedir auxilio.
- Solicitar ayuda a alguien que se encuentre cerca solo si éste está seguro.
- Llamar al equipo de emergencia local (Por ejemplo: Bomberos).
- Llamar a los servicios de emergencia (Ambulancia, etc.).
- Proporcionar asistencia a quien lo necesite.

Los simulacros de emergencia tienen gran valor en ambientes de peligro potencial. Los ingenieros de mantenimiento de aeronaves deben hacer parte de estos simulacros siempre que sea posible. El conocimiento de “que hacer” en momentos de emergencia puede salvar vidas.

- Riesgo laboral: el factor humano juega un papel muy importante en la prevención de riesgos en el lugar de trabajo, por lo tanto es importante saber que todas y cada una de las personas dentro de la organización están expuestas a riesgos en su ambiente laboral.

Al implementar reglas de seguridad en la organización, no sólo se debe certificar que éstas sean eficaces y cumplan su objetivo de prevención, sino que debemos asegurarnos de que la utilización de éstas sea adecuada y por lo tanto se deben implementar programas de formación, cambios organizacionales, medios de transferencia de comunicación o etc.

Sin embargo, no podemos dejar a un lado que todo este proceso está directamente relacionado con el personal ya sea ingenieros o técnicos, y ellos son quienes van a utilizar dichos métodos preventivos.

Si queremos que los métodos preventivos sean eficaces y podamos obtener el resultado esperado, y si queremos que la cultura de prevención sea efectiva dentro de la organización de mantenimiento, debemos establecer planes y procesos que conduzcan a esta gestión preventiva.

Aquí es donde el factor humano entra en acción, ya que para establecer esta cultura preventiva debemos involucrar absolutamente a todo el personal. Es claro también que, se deben establecer métodos para reducir esta **resistencia al cambio**, y sólo se puede lograr si tenemos en cuenta todos los factores que relacionan a la persona y su capacidad de adquirir de nuevos conocimientos.

La organización debe ser capaz de comunicar una buena información y formación, teniendo en cuenta los factores que caracterizan a al personal a las que va dirigida.

Y para que podamos concluir satisfactoriamente con el objetivo, se debe asegurar que el personal es capaz de responder adecuadamente ante cualquier situación que se le presente, tanto en su vida laboral como en su vida cotidiana.

Por lo tanto no se puede hacer a un lado la importancia que tienen los factores humanos, es decir, los elementos que pueden ser parte del ambiente y de la persona, porque así de esta manera reaccionaran ante los cambios del medio, y también su habilidad para implementar la **seguridad** y por lo tanto minimizar el **índice de riesgo**.

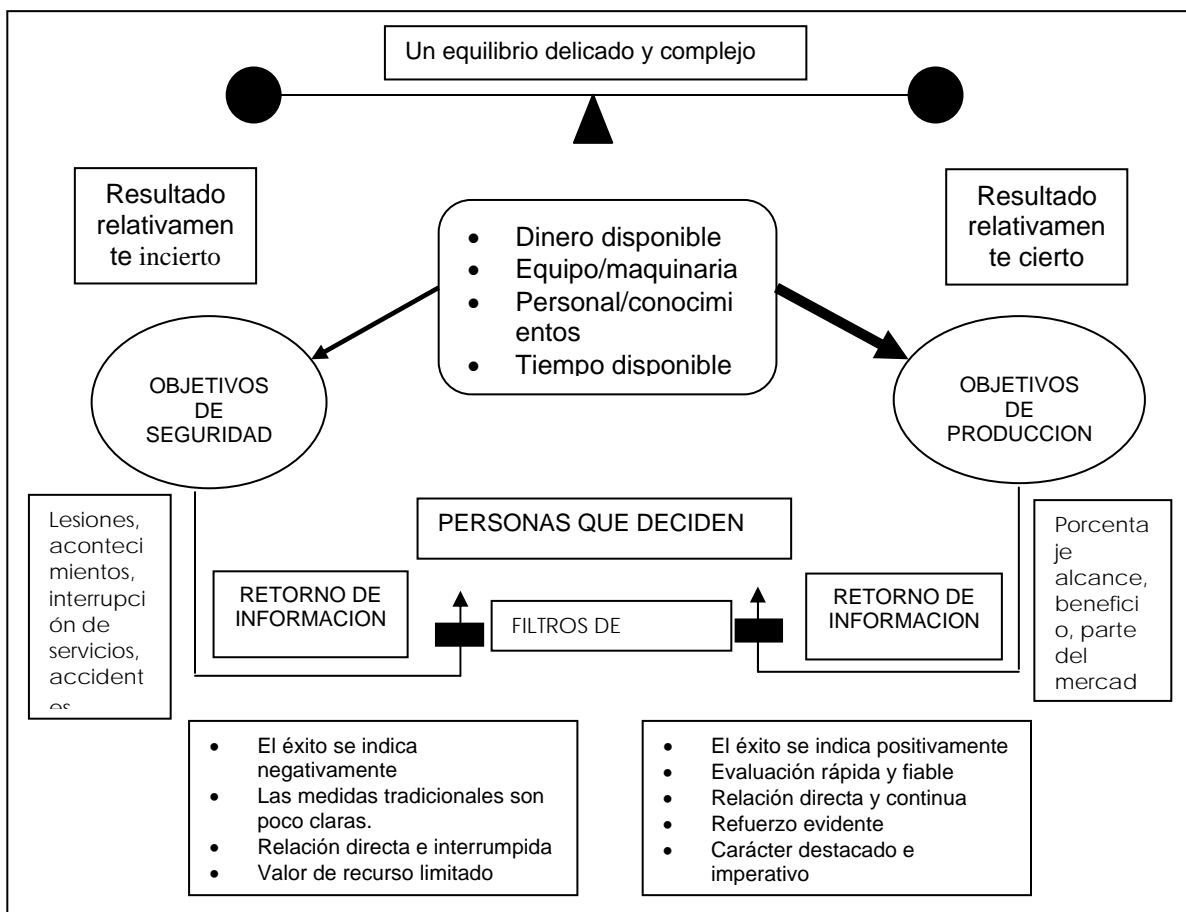
- Asignación de recursos: las organizaciones tienen que asignar recursos a dos objetivos distintos: seguridad y producción. Como bien sabemos los recursos no son infinitos, es decir, en algún momento tienen a acabarse. Los recursos asignados para cumplir con la producción (figura 23) pueden reducir a los que pueden estar destinados a la seguridad. En este caso podemos encontrar organizaciones en donde su estructura no es de alta confiabilidad, siendo de esta manera muy necesaria intentar mejorar la producción dejando así a un lado la seguridad.

Por lo tanto la asignación de recursos se basará más en la necesidad de minimizar el riesgo hasta un punto donde se cumpla casi lo necesario, pero no completamente lo que puede generar problemas en algún momento. El verdadero problema se desenvuelve en como la organización entiende el concepto de seguridad.

- Gestión de riesgos: en las grandes compañías actuales, y organizaciones de mantenimiento, los costos relacionados con las pérdidas tanto humanas como materiales hacen parte de un gran círculo de gestión de riesgos. Con el objetivo

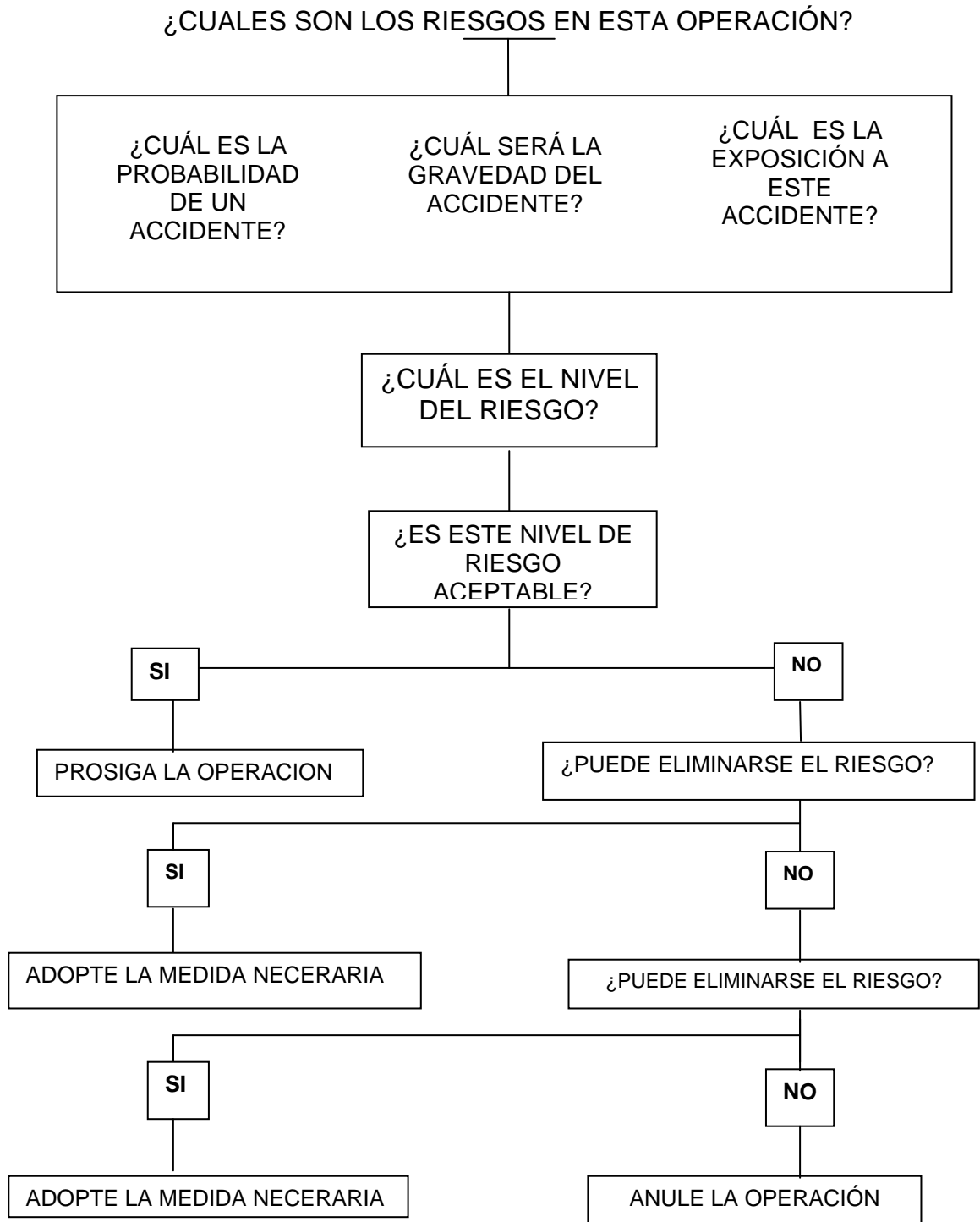
primordial de no ir en contra de los objetivos que plantean las compañías, por ejemplo, las líneas aéreas, debe utilizarse una visión mas clara hacia los sistemas para aplicar y mejorar la gestión de riesgos. Un visión clara de ese tipo, en el que se analizan todos los elementos claves relacionados con los objetivos de la organización y los recursos de que dispone, ofrece la mejor vía para certificar que las recomendaciones relacionadas con la gestión de riesgos sean aplicativas y sean un complemento claro dentro de la organización. En la figura 24 podemos observar la lógica convencional de la gestión de riesgos que puede ser aplicada dentro una organización.

Figura 23. Factores que contribuyen a decisiones de alto nivel de fallas



Fuente: James Reason, 1990. Human Error. Cambridge University Press.

Figura 24. Lógica de gestión de riesgos



Fuente: Richard H. Wood. 1991. Aviation Safety Programs – A Management Handbook. Casper (Wyoming), EUA.

Algunas empresas han implementado el sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo con la finalidad fundamental de:

- Evitar o minimizar los riesgos para los trabajadores como consecuencia de la actividad laboral.
- Una Mejora Continua de los Procesos, la gestión del cambio.
- Crear una cultura de prevención de Riesgos Laborales a todos los Trabajadores.
- Realizar exámenes preventivos para todo el personal

## 4.8 TAREAS

### 4.8.1 Trabajo físico

- Planificación: para realizar adecuadamente una tarea lo mejor es planear bien lo que se va a hacer y así dedicarle el tiempo necesario a cada labor, con el fin de evitar problemas en la realización.

Antes de comenzar una tarea hay que tener en cuenta las siguientes preguntas:

¿Se conoce exactamente la tarea que se va a realizar?

¿Están los recursos disponibles para una ejecución eficaz (seguridad, precisión y dentro del tiempo estipulado)? los recursos incluyen:

- Personal.
- Equipos y Repuestos.

- Documentación, información y guías.
- Facilidades como el espacio del hangar, iluminación., etc.

¿Tenemos las habilidades necesarias para completar la tarea?

La información sobre las tareas específicas debe ser detallada en órdenes de ingeniería, tarjetas de trabajo u otro documento relacionado.

Éstas indicarán todo acerca de la tarea (chequeos, inspección, reparación, reemplazo) y con detalles específicos (como referencias del manual de mantenimiento, parte número, etc.).

Si hay dudas, lo recomendado es revisar el manual de mantenimiento referido, y no confiarse de lo que puedan decir los compañeros de trabajo pues involuntariamente pueden estar en un error y esto llevaría a la mala realización del trabajo.

Es trabajo del supervisor es asegurar que los recursos estén disponibles para su personal y así se llevaran a cabo sus tareas. Es probable que dentro de un equipo, sean asignadas varias tareas específicas dependiendo el conocimiento del personal.

Aunque la dirección tiene una responsabilidad para asegurar que sus Ingenieros tengan el entrenamiento apropiado, este el que se da cuenta si es capaz de llevar a cabo las tareas que se le han pedido dependiendo de sus conocimientos y experiencias. Ellos no deben quedarse callados si ven que se presenta algún inconveniente.

- Tareas físicas: el mantenimiento de aeronaves es una ocupación relativamente activa. Sin tener en cuenta el trabajo que se hace, la mayoría de las tareas requieren de precisión y así mismo hay actividades que requieren fuerza y manipulación de herramientas.

Desde una perspectiva biomecánica, el cuerpo humano es una serie de eslabones físicos (huesos) conectado a ciertos puntos (articulaciones), eso permite varios movimientos. Los músculos proveen toda la fuerza de los movimientos. La fuerza que puede aplicarse en cualquier postura esta dada por la posición de los músculos y las articulaciones.

Cuando el personal de mantenimiento envejece, su sistema muscular se deteriora y sus músculos se vuelven más débiles. Las lesiones toman más tiempo para sanar.

Es importante diseñar la aeronave teniendo en cuenta, las limitaciones físicas para el mantenimiento. Boeing desarrollo una herramienta computarizada, basada en los datos del rendimiento humano (tamaños de cuerpo, fuerza, etc.), asegurando así que la aeronave esta diseñada para que la gente aplique la fuerza necesaria para soltar o apretar los objetos.

Claramente nosotros somos diferentes por lo que se refiere a la estatura física y fuerza, nuestras limitaciones físicas varían. Al intentar alzar un objeto pesado que está más allá de nuestras capacidades físicas, es probable causar una lesión. El uso de herramientas hace las tareas más fáciles, (alzando un tablero del avión con la ayuda de un montacargas).

El trabajo físico durante un período de tiempo largo producirá fatiga. Éste no es un problema si hay un adecuado descanso y recuperación de tiempo entre los



períodos de trabajo. Sin embargo, puede volverse un problema si el cuerpo no se ha recuperado, posiblemente llevándolo a una enfermedad o lesiones.

La fatiga disminuye habilidades motoras, percepción, conocimiento y normas. Como una consecuencia, el trabajo puede durar más del tiempo planeado y se pueden generar errores y se tendría que rectificarse el trabajo de nuevo.

4.8.2 Tareas repetitivas: las tareas repetitivas pueden ser tediosas y aburridas. La mayoría de la investigación de factores humanos asociados con las tareas repetitivas se ha llevado a cabo en ambientes industriales dónde el personal que las realiza lleva la misma acción repetitiva en un periodo determinado. Esto generalmente no se aplica a la ingeniería de mantenimiento.

Las tareas repetitivas en la ingeniería de mantenimiento, se refieren a tareas que son hechas en varios tiempos durante un turno, o varias veces durante un período de tiempo corto, por ejemplo en el curso de una semana.

Algunos Ingenieros pueden especializarse en un cierto aspecto de mantenimiento, como en motores. Como resultado, ellos pueden llevar a cabo la misma tarea posiblemente varias veces por día.

El peligro principal con las tareas repetitivas es que el personal de mantenimiento puede volverse práctico con una determinada tarea y ellos pueden dejar de consultar el manual de mantenimiento. Así, si ocurre un cambio en la tarea, el técnico no percibe el cambio. La complacencia también es un peligro, cuando no se presta un adecuada atención a los pasos para la realización de un procedimiento puede no tenerse el resultado deseado. Esto aplica particularmente a inspecciones visuales.

4.8.3 Inspección visual: es uno de los métodos primarios empleados durante el mantenimiento para asegurar la aeronavegabilidad de la aeronave. La inspección visual puede describirse como el proceso de observar las condiciones en las que se encuentra la aeronave.

El Ingeniero puede acompañar su inspección visual observando la aeronave usando sus otros sentidos (tacto, oído, olfato).

La inspección visual es a menudo el método mas usado para identificar la degradación o defectos en uno sistema o componentes de la aeronave. Aunque la visión del Ingeniero es importante, él también tiene que hacer los juicios sobre lo que él ve. Para hacer esto, él necesita tener un entrenamiento, experiencia y sentido común. Así, la inspección visual es confiable este debe observar primero y detectar el defecto para así asegurarse de que esta en lo correcto.

Los pasos que se tienen en cuenta para la realización de una inspección visual confiable son:

- Asegurarse que conozca el componente o sistema que él se ha preguntado para inspeccionar.
- Asegurarse que el ambiente es el adecuado para la inspección visual.
- Llevar un orden en la inspección visual para verificar todo el componente o sistema.
- Registrar si se encuentra un problema y encontrar el origen de su falla.

La inspección visual requiere una cantidad considerable de concentración. Si el personal que lleva a cabo la inspección se encuentra desmotivado, puede contribuir a un fracaso para descubrir un problema potencial o un fracaso en el reconocimiento de algún defecto. Los efectos son potencialmente peores cuando

un inspector tiene una expectativa muy baja de encontrar un defecto, por ejemplo en un nuevo avión.

El personal puede encontrar beneficioso tomar los descansos cortos entre inspecciones visuales de una tarea, esto es mucho mejor que hacer una pausa a mitad del camino a través de una inspección.

4.8.4 Sistemas complejos: todas las aeronaves grandes y modernas pueden describirse como un sistema complejo. Dentro de estas aeronaves, hay una cantidad de sistemas separados, muchos de los cuales pueden ser considerados complejos, por ejemplo los controles de vuelo, tren de aterrizaje, aire acondicionado, computadoras de dirección de vuelo.

El personal de mantenimiento debe estar capacitado para la correcta comprensión de las funciones básicas y complejas de la aeronave, con el fin de detectar las fallas que puedan ocurrir y que se encuentren en la capacidad de solucionar los problemas que se presenten, garantizando la aeronavegabilidad de la aeronave. Al trabajar con los sistemas complejos, es importante que el Ingeniero de mantenimiento de aeronaves haga la referencia al material de la guía apropiada.

Las aeronaves modernas son bastante complejas, pero el personal de mantenimiento debe estar calificado en uno o varios tipos de aeronaves. Es importante que conozcan los procedimientos prescritos y de no ser así referirse al manual que sea necesario.

## 4.9. LA COMUNICACIÓN

La buena comunicación es importante en cualquier industria. En el mantenimiento de aeronaves es vital. La comunicación, o más a menudo una ruptura en la comunicación, es un factor clave para que ocurran incidentes o accidentes.

La comunicación es definida en el diccionario de psicología como: “La transmisión de algo de un lugar a otro. La información que es transmitida puede ser un mensaje, una señal, un significado, etc. En orden de tener una comunicación entre el trasmisor y el receptor se debe compartir un código común, en la cual el significado de la información contenida en el mensaje debe ser interpretada sin errores”.

4.9.1 Comunicación dentro y entre los grupos de trabajo: es muy común encontrar que dentro de las organizaciones de mantenimiento de aeronaves existan grupos de trabajo. Los individuos dentro de los grupos intercambian información y por lo tanto necesitan recibir instrucciones, o guías, etc. Además, un equipo tendrá que transferir tareas a otros equipos. Un ingeniero necesita un buen entendimiento de los procesos de la comunicación, con el fin de no transmitir de forma errónea cualquier indicación valiosa para el desempeño del grupo.

- Medios de comunicación: nosotros nos comunicamos constantemente. Un ingeniero de mantenimiento puede normalmente comunicar:

- Información.
- Ideas.
- Sentimientos.

- Actitudes y creencias.

Cuando el remitente envía un mensaje, normalmente espera recibir alguna clase de respuesta de la persona a la cual él le está comunicando (el receptor), que va desde un simple recibo que indica que su mensaje que ha sido recibido. La respuesta constituye una reacción.

La comunicación puede ser:

- Oral.
  - Escrita/textual.
  - No verbal.
  - Gráfica.
  - Simbólica.
  - Lenguaje corporal.
- 
- Comunicación verbal y escrita: generalmente cuando hablamos, la comunicación oral o escrita tiene su propósito. Para que un mensaje hablado o escrito sea entendido, el remitente tiene que estar seguro de que el receptor:
    - Este utilizando el mismo canal de comunicación.
    - Reconocer y entender el lenguaje.
    - Hacer que tenga sentido el mensaje así como tener significado.

El canal de comunicación es el medio utilizado para enviar el mensaje. Para la comunicación hablada, este puede ser cara a cara, o por teléfono. Los mensajes escritos pueden tener notas, memos, documento o e-mails.

Es de vital importancia que el código del mensaje utilizado por el remitente sea apreciado por el receptor y así el puede decodificarlo. Esto significa que los ingenieros deben tener un conocimiento similar del lenguaje técnico utilizado.

Asumiendo que el canal y el lenguaje utilizados son compatibles, es decir, tienen el mismo significado, el ingeniero tiene que entender el contenido del mensaje. Esto significa que tiene que ser claro y conciso. El mensaje debe tener un apropiado contexto del lugar de trabajo y preferiblemente ser compatible con las expectativas del receptor. Cuando existe cualquier ambigüedad, el ingeniero debe buscar la aclaración.

- Comunicación no verbal: la comunicación no verbal puede acompañar a la comunicación verbal, tal como una sonrisa durante una charla. Esto puede ocurrir independientemente, por ejemplo un ingeniero puede hacer entender sus ideas utilizando un bosquejo en lugar de utilizar palabras. Esto puede ser utilizado cuando la comunicación verbal es imposible, por ejemplo cuando se trabaja en un ambiente ruidoso.

La comunicación no verbal es también la forma predominante por la cual un sistema comunica su estado. Por ejemplo, los display en la cabina de mando presentan la información gráficamente.

El lenguaje corporal puede ser muy sutil, pero a menudo potente. Por ejemplo, el mensaje “No” acompañado de una sonrisa.

- Comunicación dentro de los grupos de trabajo: los ingenieros de mantenimiento de aeronaves necesitan comunicarse:

- Antes de comenzar una tareas – encontrar que hacer.
- Durante el desarrollo de la tarea – para discutir los progresos del trabajo, hacer preguntas, confirmar acciones a tomar, o asegurar que otros sean informados del estado del mantenimiento en cualquier momento.
- Al fin de una labor – reportar la finalización y resaltar cualquier problema.

La comunicación hablada compone una gran parte de la comunicación diaria dentro de los grupos de trabajo en el mantenimiento. Esto depende de una transmisión clara del mensaje y de la habilidad del receptor de interpretar el mensaje. La buena comunicación dentro de los grupos de trabajo ayuda a mantener una cohesión del grupo.

No es muy común para los individuos dentro del grupo utilizar la comunicación escrita. Aunque es muy importante señalar que alguna información relevante e importante es comunicada a través de los boletines de servicio o tarjetas de trabajo con el fin de completar las tareas.

• Comunicación entre grupos de trabajo: la comunicación entre equipos de trabajo es crítica en el mantenimiento de aeronaves. Suele darse en el momento que un grupo le pasa la información o las tareas a otro grupo. Esto usualmente ocurre en el cambio de turno. La información transmitida incluirá:

- Tareas que han sido completadas;
- Tareas en progreso, su estado, cualquier problema encontrado, etc.;
- Tareas que deben ser llevadas a cabo;
- Información general y técnica de la compañía.

La comunicación entre grupos de trabajo envuelve el intercambio de reportes escritos de tareas de un supervisor a otro. Idealmente, esto debería envolver los

detalles hablados intercambiados entre los supervisores y los ingenieros del grupo. Esto significa que, cuando sea necesario, los ingenieros que cambien de turno deben realizar personalmente unos pequeños resúmenes a sus compañeros del trabajo que se llevo a cabo. Los reportes escritos (tarjetas de mantenimiento, procedimientos, órdenes de trabajo, etc.) y placas de advertencia proporcionan un historial del trabajo que ha sido completado o que aun no se termina, en otras palabras, ellos proporcionan la trazabilidad. Además, la información comunicada entre los cambios de turno asegura una buena continuidad de los trabajos.

- Problemas de comunicación: existen dos vías principales en las cuales la comunicación puede causar problemas. Estas son la falta de comunicación o la pobre comunicación. La primera es caracterizada por que el ingeniero olvida transferir la información a sus compañeros, o porque un mensaje escrito ha sido pedido. La segunda es clasificada por que el ingeniero no es claro cuando necesita saber o conocer algo y la información se recibe inapropiadamente. Ambos problemas pueden llevar a cometer errores humanos.

La comunicación también puede ser mala cuando una de las partes involucra algún tipo de suposición. El remitente del mensaje puede asumir que la información fue entendida por el receptor. El receptor del mensaje puede asumir ha entendido el mensaje cuando en realidad este fue mal interpretado. La suposición puede ser basada en especulaciones. Los problemas con la suposición pueden ser minimizados si el mensaje no es ambiguo.

Las reglas básicas que pueden ayudar a los ingenieros en el mantenimiento a minimizar la pobre comunicación son:

- Pensar acerca de que se quiere decir antes de hablar o escribir.
- Hablar o escribir claramente.



- Escuchar y leer cuidadosamente.
- Ser claros cuanto sea necesario.

4.9.2 Registro y control: este es uno de los aspectos más críticos de la comunicación dentro del mantenimiento de aeronaves, debido a que un inadecuado registro de información puede contribuir a generar serios incidentes.

Incluso si los ingenieros piensan que están finalizando un trabajo, es siempre necesario mantener un registro de trabajo actualizado solo en caso de que el trabajo o la labor se produzca en caso de que haya cambio de turno. Esto puede no ocurrir necesariamente en el cambio de turno, sino también cuando se termina un periodo de descanso, cuando alguien del personal ha estado enfermo, o cuando se traspasa la tarea a otra persona.

La forma exacta en la cual el trabajo puede ser registrado tiende a ser prescrito por los procedimientos de la compañía. Usualmente los registros se realizan de forma escrita. Sin embargo, no es una razón lógica debido a que los símbolos y figuras no deben ser utilizados para registrar trabajos o problemas especialmente cuando se utilizan en cambios de turno.

Las nuevas tecnologías son probablemente utilizadas para ayudar a registrar el trabajo más fácilmente y de forma más efectiva. Algunos software son utilizados para registrar la información, existe un elemento informático denominado Sistema de información de mantenimiento integrado (IMIS), el cual se utiliza para registrar las tareas de mantenimiento.

La tecnología moderna está siendo implementada para mejorar la transferencia de la información en los manuales de mantenimiento. Esta tecnología ayuda a

comunicar la información de forma pertinente a los ingenieros en un formato de fácil acceso.

4.9.3 Actualización de la información: los ingenieros de mantenimiento deben tener el conocimiento y las habilidades básicas para ejercer su profesión. Estas habilidades y conocimientos son específicos para cada área, tal como el mantenimiento a una aeronave en especial o a un sistema específico. Sin embargo, la industria de la aviación es dinámica, es decir, los operadores cambian sus aeronaves, ya que son introducidos nuevos tipos de aeronaves y variantes, por lo tanto las nuevas prácticas de mantenimiento también son introducidas. Como consecuencia, los ingenieros necesitan mantener su conocimiento y habilidades actualizadas al ritmo de los cambios tecnológicos de la compañía.

Para mantenerse actualizados en información, los ingenieros y el personal de mantenimiento deben:

- Conocer los nuevos tipos de aeronaves o variantes.
- Conocer las nuevas tecnologías y los nuevos sistemas.
- Conocer las nuevas herramientas y prácticas de mantenimiento.
- Revisar los procedimientos de mantenimiento.

Los ingenieros se deben mantener actualizados:

- Realizar cursos;
- Leer los resúmenes, memos y boletines;
- Estudiar los manuales de mantenimiento.

Desde el punto de vista de los factores humanos, los pequeños cambios en la tecnología o en los procedimientos para desarrollar labores en las aeronaves

pueden tener potencialmente grandes riesgos. Existen algunos mecanismos para registrar estos cambios los cuales ayudan a los ingenieros y al personal de mantenimiento a mantenerse informados. Por lo tanto es responsabilidad de los ingenieros mantenerse actualizados.

4.9.4 Difusión de la información: la buena difusión de la información dentro de una organización forma parte de su cultura de seguridad. Normalmente, la organización de mantenimiento será el remitente y los ingenieros serán los receptores.

Los ingenieros de mantenimiento o los grupos de trabajo necesitan planear las rutas para que los trabajos sean ejecutados. Parte de este proceso debe incluir el chequeo de toda la información relacionada a las tareas.

Existe normalmente alguien dentro de la organización de mantenimiento con la responsabilidad de difundir a información. Los supervisores pueden jugar un papel importante en el aseguramiento de que los ingenieros dentro de los grupos de trabajo comprendan la información comunicada.

La comunicación es un proceso activo donde la organización y el ingeniero deben comprender y realizar su rol de forma eficaz generando así un ambiente de seguridad y buen rendimiento para el beneficio de todos.

## 5. CONCLUSIONES

Se analizó y concluyó la importancia que tienen los factores humanos en el mantenimiento e inspección de aeronaves, destacando que es uno de los factores primarios y determinantes dentro la industria aeronáutica.

- Durante el manejo de la documentación se conoció que el error humano es un factor sumamente relevante en todo el proceso de minimización de riesgos en una organización de mantenimiento de aeronaves.
- Se concluyó que dentro del ambiente de mantenimiento e inspección existen factores poco visibles que afectan de forma directa el rendimiento, eficiencia y eficacia del personal en el momento de realizar trabajos o desempeñar cualquier labor dentro de una empresa aeronáutica.
- Uno de los factores relevantes dentro de los factores que influyen directamente al personal es la comunicación intergrupal y entre grupos de trabajo dentro de la esfera de mantenimiento siendo este, muy importante para el correcto desempeño de las tareas.
- Es importante tener en cuenta que las empresas aeronáuticas deben implementar un sistema de manejo de la seguridad (SMS), con el fin de

mejorar la calidad y de minimizar los riesgos y las fallas dentro del mantenimiento.

- En la industria aeronáutica actual no solo es necesario tener buenas y apropiadas instalaciones de trabajo sino también conocer a fondo las capacidades, desventajas y virtudes del personal, para mejorar el sistema de calidad y seguridad organizacional.
- Durante la investigación se concluyó que solo un pequeño porcentaje del personal que trabaja en el mantenimiento e inspección de aeronaves conoce el concepto exacto y puede explicar con certeza que son los factores humanos.
- Se concluyó que no solo basta con asistir a una conferencia o simposio sobre factores humanos para comprender claramente su filosofía, es decir, se requiere de estudio continuo para dominarlo e impartirlo, para ponerlo en práctica en las operaciones aéreas y en el mantenimiento de aeronaves.

## 6. RECOMENDACIONES

Antes de realizar una investigación en factores humanos se debe saber hacia donde se quiere enfocar y en que sector de la industria aeronáutica se va aplicar.

Los factores humanos son un elemento fundamental para minimizar el índice de riesgo en una organización y por tanto mejorar en todo sentido la seguridad, actualmente en Colombia es poco visible la aplicación de esta área dentro de las organizaciones de mantenimiento.

Existen elementos claves dentro del desempeño humano que no son relevantes para muchas organizaciones de mantenimiento, tales como, la fatiga, las condiciones del lugar de trabajo, el estrés, etc, por lo tanto es recomendable enfatizar en estos temas de gran importancia para el desempeño y rendimiento humano dentro del mantenimiento.

El estudio de los factores humanos es obligatorio para todas las personas, que hagan parte del ambiente aeronáutico, éste tema no puede ser omitido en ningún momento ya que del buen uso de este dependerá la seguridad operacional de una empresa aérea.

Es claro que en la actualidad países como Estados Unidos, Canadá y la unión europea han progresado en el estudio y aplicación de los factores humanos en la

industria aeronáutica, por lo tanto en las empresas, tales como, las aerolíneas este tema debe ser más profundizado y aplicado.

El manejo de los factores humanos sólo es factible a partir de un correcto comportamiento, pero la propia complejidad del ser humano hace que no se considere fácil de entender las causas de su conducta y por lo tanto se recomienda profundizar en su estudio con el objetivo de facilitar una integración en la empresa, mas aún, en el mantenimiento e inspección de aeronaves.

El proyecto de grado se encuentra enfocado hacia empresas pequeñas, que no utilizan ningún sistema de factor humano en su elemento organizacional, por lo tanto es recomendado que introduzcan dentro de sus sistemas organizacionales elementos claves para la aplicación, enfoque y estudio de los factores humanos en el mantenimiento mejorando así la seguridad operacional.

## BIBLIOGRAFIA

AERONAUTICA CIVIL. Reglamentos Aeronáuticos de Colombia: Seguridad aérea. Bogotá, 2007. 28 p.

AUTORIDAD AERONÁUTICA CIVIL. Dirección de Seguridad Aérea: Guía normativa para prueba práctica de encargado de operaciones/despachador de vuelo. Panamá. 2004. 20 p.

BARDETT, M.L. Factor in the Investigation of Human Error in Accident Causation. Southampton. 1987

CAMPBELL, R.D. and Bagshaw, M. Human Performance and Limitations in Aviation (2nd edition). Oxford. 1999.

DRURY, C. Human Factors in Aviation Maintenance and Inspection. Visual Inspection Research Program. Estados Unidos de América. 1998.

SURMENAGE. Ensayo sobre la fatiga mental y física y sus causas. Biblioteca de psicología. Leonid Petrescu, editorial Herder. Barcelona (España). 1980



FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. Human Factors in Aviation Maintenance and Inspection. Estados Unidos de America. 2007

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. Human Reliability in Aircraft Inspection. Human Factors in Aviation Maintenance and Inspection. Estados Unidos de América. 1993.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. Meeting on Human Factor Issues in Aircraft Maintenance and inspection: The work environment maintenance. Washington D.C. 1992.

GOLDSTEIN, E. Bruce. Sensación y Percepción. Cengage Learning Editores 2005. 684p.

GAIN WORKING GROUP A. Flight Safety Handbook. Estados Unidos de América. 2000. 247 p.

ICONTEC. Norma técnica Colombiana ISO 9001, Colombia 2002.

MADDOX, M. Human Factors Guide for Aviation Maintenance. Federal Aviation Administration/Office of Aviation Medicine: Workplace Safety Guidelines. Washington D.C. 1998.

KINNISON, Harry. Aviation Maintenance Management. McGraw Hill. 2004. 297 p.

NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD. Aircraft Accident Report. Washington D.C. 2007.

OACI. Compendio sobre Factores Humanos Núm. 12: Los factores humanos en el mantenimiento e inspección de aeronaves (circular 253). Canadá 1995. 48 p.

OACI. Compendio sobre Factores Humanos Núm. 10: Factores humanos, gestión y organización. (Circular 247) 1993. Montreal. 40 p.

OACI. Conferencia de directores generales de aviación civil sobre una estrategia mundial para la seguridad aeronáutica, Montreal, 2006

OACI. Human Factors Guidelines for Aircraft Maintenance Manual. (AN/450), Montreal. 2003.

OACI. Human Factors in Aircraft Maintenance and Inspection. Safety Regulation Group, Canada. 2002.

REASON, James. Human Error. Cambridge. Universidad de Cambridge. 1990. 380 p.

REASON, James. A Framework for Classifying Errors. J. Rasmussen, K. Duncan y J. Leplat, Technology and Human Error. Londres. 1990.

REASON, James. Managing the Risks of Organizational Accidents. Londres. 1997

SENASA. ATC Factor Humano. España. 2002. 63 p.

US ARMY. Human Factors in Accident Prevention. Estados Unidos de América.  
2004. 142 p.

## GLOSARIO

**ACCESORIOS:** instrumento, mecanismo, equipo, parte, aparato o componente, incluyendo equipo de comunicaciones, que se usa como auxiliar en la operación o control de la aeronave, y que no es parte del diseño básico de una estructura, motor o hélice.

**AERONAVE:** toda maquina que puede sustentarse en la atmósfera por reacciones del aire que no sea las reacciones del mismo contra la superficie.

**ÁREA DEL TALLER:** superficie destinada a la revisión y reparación de aeronaves, componentes y accesorios.

**BASE DE OPERACIONES:** aeródromo en donde la compañía o empresa de transporte aéreo tiene sus instalaciones principales para prestar el servicio permissionado o concesionado.

**BOLETÍN DE SERVICIO:** documento emitido por el fabricante de cierta aeronave, componente o accesorio, mediante el cual informa al operador o propietario de la aeronave, las acciones operacionales y/o de mantenimientos adicionales al programa de mantenimiento, las cuales pueden ser modificaciones desde opcionales hasta mandatorias, que tienden a mejorar las condiciones de operación de una aeronave.

**COMPONENTE:** cualquier parte contenida en sí misma, combinación de partes, sub-ensambles o unidades, las cuales realizan una función en específico necesaria para la operación de un sistema.

**DIRECTIVA DE AERONAVEGABILIDAD:** documento de cumplimiento obligatorio expedido por la Autoridad Aeronáutica, agencia de gobierno u organismo acreditado responsable de la certificación de aeronaves, motores, hélices y componentes que han presentado condiciones inseguras y que pueden existir o desarrollarse en otros productos del mismo tipo y diseño, en el cual se prescriben inspecciones, condiciones y limitaciones bajo las cuales pueden continuar operándose.

**FAA:** administración federal de aviación

**FALLA:** funcionamiento incorrecto de algún componente, accesorio o dispositivo de la aeronave.

**ÍNDICE DE RIESGO:** son métodos de evaluación de peligros semicuantitativos directos y relativamente simples que dan como resultado una clasificación relativa del riesgo asociado a un establecimiento industrial o partes del mismo.

**INSPECCIÓN:** revisión física del estado en que se encuentra la aeronave y/o componentes.

**JAA:** entidad encargada de la aviación civil europea.

**MANTENIMIENTO:** cualquier acción o combinación de acciones de inspección, reparación, alteración o corrección de fallas o daños de una aeronave, componente o accesorios.

**MÚSCULOS CILIARES:** es el músculo del ojo encargado de movilizar la pupila en los movimientos de acomodación mediante la dilatación o contracción del mismo.

**O.A.C.I.:** Organización de Aviación Civil Internacional.

PRESBICUSIS: deterioro del oído a medida que se envejece.

RAC: reglamento aeronáutico colombiano

REPARACIÓN: acción de mantenimiento a una aeronave, componente o accesorio a fin de restablecer su condición de operación normal.

REPARACIÓN MAYOR: reparación que no se puede llevar a cabo con prácticas aceptadas, es decir, aquellas que se encuentran en los manuales de mantenimiento de una aeronave, o realizadas por operaciones elementales, o que si son mal efectuadas pueden afectar apreciablemente el peso, balance, resistencia estructural, rendimientos, operación del motor, características del vuelo u otras cualidades que afecten la aeronavegabilidad.

REPARACIÓN MENOR: aquella reparación que no es mayor.

RIESGO: es el daño potencial que puede surgir por un proceso presente o suceso futuro.

SACCADES: es un movimiento rápido del ojo, cabeza u otra parte del cuerpo de un animal o dispositivo.

SEGURIDAD: Proviene del latín *securitas* la cual significa *cualidad de seguro* y seguro significa Libre y exento de todo peligro, daño o riesgo.

TALLER AERONÁUTICO: es aquella instalación destinada al mantenimiento o reparación de aeronaves y de sus componentes, que incluyen sus accesorios, sistemas y partes, así como a la fabricación o ensamblaje, siempre y cuando se

realicen con el fin de dar mantenimiento o para reparar aeronaves en el propio taller aeronáutico.

UAEAC: unidad administrativa especial de aeronáutica civil.

## ANEXO A

### LISTA DE VERIFICACION DE FACTORES HUMANOS

Estas listas son utilizadas por la mayoría de los estados pertenecientes a la OACI, las cuales reflejan diferentes enfoques de la investigación de factores humanos, con esta lista los investigadores identifican los factores pertinentes que son claves para establecer análisis y poder encontrar la razón o causa del incidente o accidente.

Las áreas que son importantes para llevar a cabo un análisis pertinente y para determinar la importancia de cada factor se muestra a continuación:

**No contribuye = 0**

**Contribuye posiblemente = 1**

**Contribuye probablemente = 2**

**Evidencia de peligro = 3**

#### **Factores relacionados con el comportamiento**

- A. Apresuramiento (realizar las tareas apresuradamente) \_\_\_\_\_
- B. Aburrimiento, inatención, distracción \_\_\_\_\_
- C. Problemas personales (familiares, profesionales, financieros) \_\_\_\_\_
- D. Exceso de confianza en si mismo, motivación excesiva \_\_\_\_\_
- E. Falta de confianza \_\_\_\_\_
- F. Error de juicio \_\_\_\_\_
- G. Demora \_\_\_\_\_
- H. Complacencia, falta de motivación, etc. \_\_\_\_\_



- I. Estupefacientes \_\_\_\_\_
- J. Alcohol/estado posterior a la ebriedad \_\_\_\_\_
- K. Personalidad, humor, carácter \_\_\_\_\_
- L. Costumbres \_\_\_\_\_
- M. Disposición mental de la memoria \_\_\_\_\_

**Factores Médicos**

- A. Atributos físicos, acondicionamiento y salud en general \_\_\_\_\_
- B. Agudeza sensorial (visión, oído, olfato, etc.) \_\_\_\_\_
- C. Fatiga \_\_\_\_\_
- D. Falta de sueño \_\_\_\_\_
- E. Factores alimenticios (comidas omitidas, envenenamiento, etc.) \_\_\_\_\_
- F. Medicación (Auto administrada) \_\_\_\_\_
- G. Medicación (Prescrita por el medico) \_\_\_\_\_
- H. Ingestión de estupefacientes/alcohol \_\_\_\_\_
- I. Estado alterado de la conciencia \_\_\_\_\_
- J. Enfermedades crónicas \_\_\_\_\_
- K. Mareo \_\_\_\_\_
- L. Hipotermia/hipertermia \_\_\_\_\_
- M. Otras enfermedades graves \_\_\_\_\_

**Factores Operacionales**

- A. Selección del personal \_\_\_\_\_
- B. Experiencia limitada \_\_\_\_\_
- C. Instrucción de transición inadecuada \_\_\_\_\_
- D. Conocimiento inadecuado de los sistemas de la A/N \_\_\_\_\_

- E. Conocimiento inadecuado de los sistemas vitales de la A/N \_\_\_\_\_
- F. Políticas y procedimientos de la compañía \_\_\_\_\_
- G. Supervisión \_\_\_\_\_
- H. Presiones de explotación de la compañía \_\_\_\_\_

**Factores Relacionados con las tareas**

- A. Información relacionada con la asignación de tareas \_\_\_\_\_
- B. Componentes de la tarea (número, duración, etc.) \_\_\_\_\_
- C. Ritmo de la carga de trabajo \_\_\_\_\_
- D. Saturación de la carga de trabajo \_\_\_\_\_
- E. Vigilancia de supervisión de las operaciones \_\_\_\_\_
- F. Juicio y decisiones que se toman \_\_\_\_\_
- G. Conciencia de la situación \_\_\_\_\_
- H. Distracciones \_\_\_\_\_
- I. Memoria de hechos recientes \_\_\_\_\_
- J. Hipótesis falsas \_\_\_\_\_

**Factores de diseño del equipo**

- A. Iluminación \_\_\_\_\_
- B. Lectura errónea de los instrumentos \_\_\_\_\_
- C. Restricciones visuales debidas a la estructura \_\_\_\_\_
- D. Sobresaturación de las tareas \_\_\_\_\_

### **Factores Ambientales**

- A. Iluminación del área de trabajo \_\_\_\_\_
- B. Ruido \_\_\_\_\_
- C. Calor/Frío \_\_\_\_\_
- D. Radiación \_\_\_\_\_

### **Factores relacionados con la transferencia de información**

- A. Textos escritos adecuados (disponibilidad, comprensión) \_\_\_\_\_
- B. Barrera del idioma \_\_\_\_\_
- C. Interferencia provocada por el ruido \_\_\_\_\_
- D. Comunicaciones orales interrumpidas \_\_\_\_\_

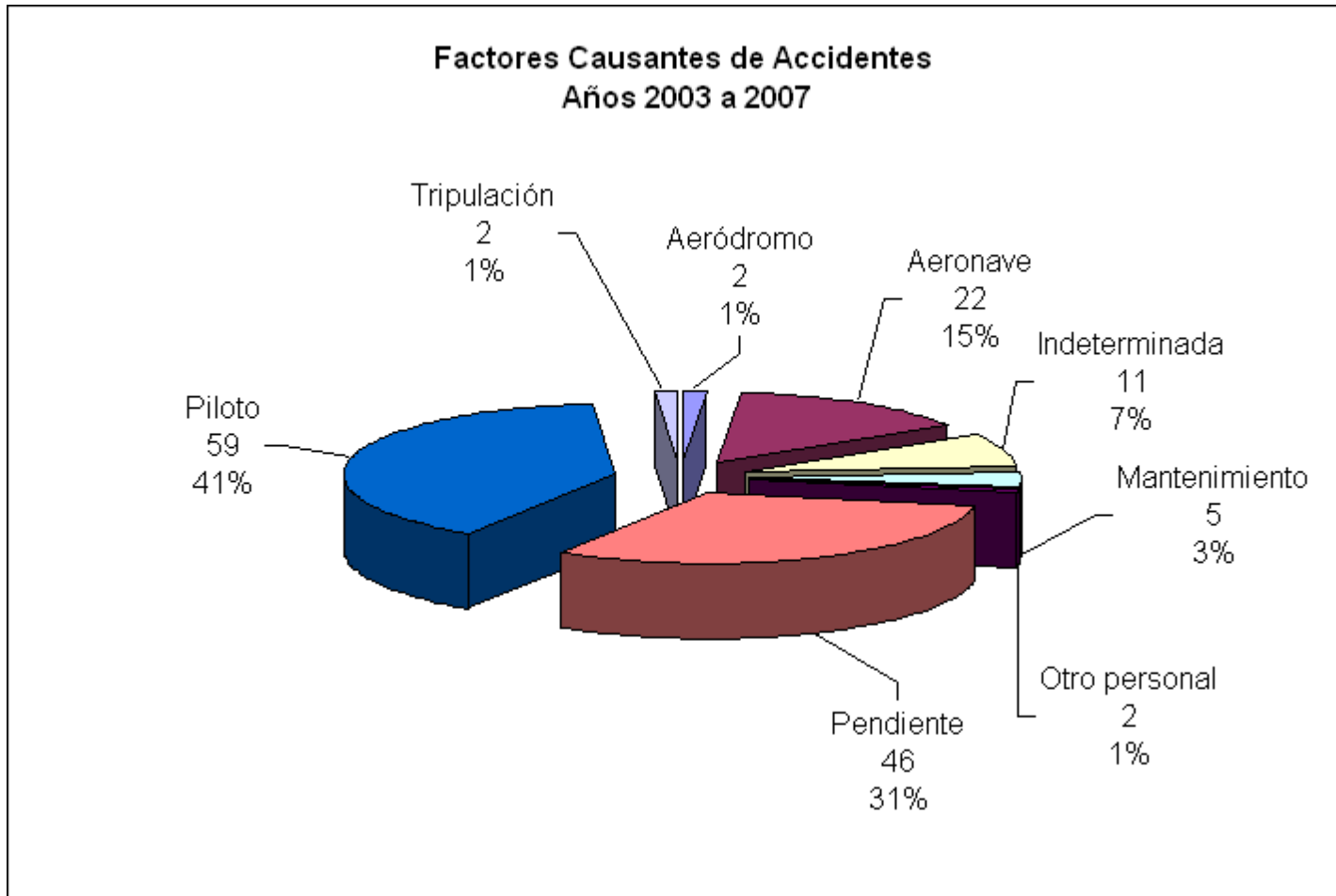
**ANEXO B**

<b>RELACION ACCIDENTES AÑO 2003 - 2007 POR CAUSA "MANTENIMIENTO"</b>															
No.	FECHA	MATRICULA	MARCA Y MODELO	AVION/ HELIC.	LUGAR	DPTO.	REGIONAL EVENTO	REGIONAL BASE	EXPLOTADOR	SERVICIO	FASE DE OPERACIÓN	POB	FATA-LIDADES	DAÑOS AERONAVE	CAUSA PRIMARIA
1	10-Oct-03	HK-1934	H500	Helicóp.	Murindó	Antioquia	Antioquia	Antioquia	Aviel	No regular	Aterrizaje	3	0	Destruída	Mantenimiento
2	28-Oct-03	HK-2035	C185	Avión	Villavicencio	Meta	Meta	Meta	Aeromenegua	No regular	Aterrizaje	6	0	Sustancial	Mantenimiento
3	29-Oct-03	HK-3925-P	PA31	Avión	Guaymaral	C/marca	C/marca	C/marca	Privado	General	Aterrizaje	4	0	Sustancial	Mantenimiento
4	21-Oct-04	HK-4353	C402	Avión	Pereira	Risaralda	Valle	Valle	Aeroexpreso del Pacífico	No Regular	Aterrizaje	5	0	Sustancial	Mantenimiento
5	12-Sep-05	HK-4293	C402	Avión	Medellín	Antioquia	Antioquia	Santander	Regional Air	No Regular	Aterrizaje	3	0	Menor	Mantenimiento

<b>RELACION ACCIDENTES AÑO 2003 - 2007 POR CAUSA "AERONAVE"</b>															
No.	FECHA	MATRICULA	MARCA Y MODELO	AVION/ HELIC.	LUGAR	DPTO.	REGIONAL EVENTO	REGIONAL BASE	EXPLOTADOR	SERVICIO	FASE DE OPERACIÓN	POB	FATA-LIDADES	DAÑOS AERONAVE	CAUSA PRIMARIA
1	09-Abr-03	HK-3783-E	M18	Avión	Turbo	Antioquia	Antioquia	Antioquia	Fadeco	T.A. Especiales	T.A. Especiales	1	0	Sustancial	Aeronave
2	09-Ago-03	HK-1661-P	C185	Avión	Quibdó	Chocó	Antioquia	Antioquia	Privado	General	Aterrizaje	3	2	Destruída	Aeronave
3	03-Sep-03	N-343-LL	R44	Helicóp.	Rozo	Valle	Valle	Extranjera	Ferry Flight Corp.	No regular	Aterrizaje	1	0	Sustancial	Aeronave
4	17-Oct-03	HK-4182-P	C404	Avión	Armenia	Quindío	Antioquia	Antioquia	Privado	General	Aterrizaje	5	0	Sustancial	Aeronave
5	18-Dic-03	HK-4246	DC91	Avión	Mitú	Vaupés	Meta	C/marca	Las	No regular	Crucero	3	3	Destruída	Aeronave
6	24-Ene-04	HK-4288	C402	Avión	Pereira	Risaralda	Valle	Valle	Aeroexpreso del Pacífico	No Regular	Aterrizaje	7	0	Menor	Aeronave
7	04-Abr-04	HK-2184	C206	Avión	Quibdó	Chocó	Antioquia	Antioquia	Aeroejecutivos de Antioquia	No Regular	Aproximación	6	0	Sustancial	Aeronave
8	20-Jun-04	HK-1212	DC3	Avión	La Gaviota	Vichada	Meta	Meta	Viarco	No Regular	Despegue	20	0	Destruída	Aeronave
9	23-Jun-04	HK-3862	MI8	Helicóp.	Saravena	Arauca	Santander	C/marca	Vertical de Aviación	No Regular	Aterrizaje	7	0	Destruída	Aeronave
10	26-Jun-04	HK-4288	C402	Avión	Quibdó	Chocó	Antioquia	Valle	Aeroexpreso del Pacífico	No Regular	Aterrizaje	2	0	Menor	Aeronave
11	23-Jul-04	HK-1503	DC3	Avión	Villavicencio	Meta	Meta	Meta	Aerovanguardia	No Regular	Aterrizaje	7	0	Menor	Aeronave
12	17-Sep-04	HK-1572 P	PA32	Avión	Caucasia	Antioquia	Antioquia	Antioquia	Privado	General	Crucero	2	0	Destruída	Aeronave
13	20-Nov-04	HK-2342	P28A	Avión	Vegachí	Antioquia	Antioquia	Antioquia	Privado	General	Aterrizaje	4	0	Sustancial	Aeronave
14	04-Dic-04	HK-4170	GAVI	Avión	Ulloa	Valle	Valle	Valle	Aeromel	No regular	Crucero	4	0	Sustancial	Aeronave
15	07-Dic-04	HK-2882	C185	Avión	La Macarena	Meta	Meta	Meta	Saviare	No Regular	Ascenso	6	6	Destruída	Aeronave
16	09-Dic-04	HK-4349	B36T	Avión	Pereira	Risaralda	Valle	Valle	Quince S.A.	General	Ascenso	3	2	Destruída	Aeronave
17	17-Dic-04	HK-2663	DC3	Avión	Puerto Gaitán	Meta	Meta	Meta	Arall	No Regular	Aterrizaje	20	0	Sustancial	Aeronave
18	22-Mar-05	HK-1438	C182	Avión	Vista Hermosa	Meta	Meta	Meta	Aeromenegua	No Regular	Ascenso	5	0	Sustancial	Aeronave
19	16-May-05	HK-912P	PA23	Avión	Palmira	Valle	Valle	Valle	Privado	General	Aterrizaje	1	0	Sustancial	Aeronave
20	29-May-06	HK-4319	AS50	Helicóp.	Gigante	Huila	C/marca	Antioquia	Transportes Aéreos América	No Regular	Crucero	5	0	Sustancial	Aeronave
21	21-Jul-06	HK-4164	MI8	Helicóp.	Monopamba	Nariño	Valle	Antioquia	Heliandes	No Regular	Crucero	5	5	Destruída	Aeronave
22	25-Feb-07	HK-4075I	H269	Helicóp.	Ricaurte	C/marca	C/marca	C/marca	Acahel	General	Aterrizaje	2	0	Destruída	Aeronave

Fuente: Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil

Fuente: Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil



Aeródromo	2
Aeronave	22
Indeterminada	11
Mantenimiento	5
Otro personal	2
Pendiente	46
Piloto	59
Tripulación	2
<b>Total</b>	<b>149</b>

Fuente: Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil

## ANEXO C

### **Estudio: accidente vuelo 5390 BAC 1-11 de British Airways.**

*AAIB, informe sobre accidentes de aeronaves 1/92, Report on the accident to BAC One-Eleven, G-BJRT (informe sobre el accidente ocurrido a la aeronave BAC 1-11, G-BJRT) sobre Didcot, Oxfordshire, en fecha 10 de junio de 1990, Londres: HMSO, factores causales.*

La causa inmediata del accidente de la aeronave BAC 1-11, según se indicó en la investigación, reside en que el parabrisas de repuesto se había colocado con los tornillos equivocados. Los factores causantes reseñados son los siguientes:

1. Una de las tareas cruciales de seguridad, que no se identificó como punto vital, (falla latente), la realizó un individuo que también tenía plena responsabilidad de la calidad del trabajo realizado, y por ello la instalación no se verificó y la aeronave emprendió su vuelo de transporte de pasajeros (falla latente).
2. La oportunidad que por su parte tenía el gerente de mantenimiento de turno (SMM) para verificar que se hiciera un trabajo de calidad al instalar el parabrisas, se vio perjudicado por su falta de cuidado, por haber seguido métodos poco adecuados, por no haber cumplido las normas de la empresa y por no haber empleado herramientas e instrumentos adecuados (discordancia L-H), todo lo cual se estimó que era sintomático en el gerente pues ya desde hacía tiempo no observaba los procedimientos estipulados.

3. La gerencia local de la empresa *British Airways*, denominada *Product Samples and Quality Audits* (auditoria de muestras de productos y de su calidad), no había detectado que el gerente de mantenimiento de turno seguía normas impropias, porque en realidad no le vigilaban directamente ni comprobaban los métodos seguidos por los gerentes de mantenimiento de turno (falla latente).

El parabrisas se había cambiado unas 27 horas antes del accidente. Según las estadísticas mantenidas por el explotador, se habían cambiado 12 parabrisas Núm. 1, bien de la izquierda bien de la derecha de la aeronave, en el BAC 1-11 de la flota durante el año anterior y un número similar durante el año precedente. El gerente de mantenimiento de turno, encargado de velar por la sustitución del parabrisas en la aeronave que sufrió el accidente, había efectuado unos 6 cambios de parabrisas en BAC 1-11 durante el periodo en que llevaba trabajando para este explotador.

Aunque se mencionó que la gerencia local de la línea aérea no había detectado que el gerente de mantenimiento de turno seguía normas inapropiadas, en los hallazgos y conclusiones de la investigación se apuntó no obstante a las relaciones causa-efecto. Al examinar los accidentes ocasionados por errores humanos, es evidente que pensamos normalmente en los individuos y no en términos de colectividad de individuos. Por ello, las soluciones se esperan de los individuos es decir el operador al frente de las tareas, lo cual permite proteger a las organizaciones de los errores latentes en sus sistemas, ya que estos errores latentes son en su mayor parte la causa que origina dichos accidentes. Con relativa frecuencia, las fallas latentes no se corrigen y al dejarlas intactas solo cabe esperar que en conjunción con un falla activa o con el error que pueda cometer en un momento de descuido del operador al frente de las tareas dado que esta es la última etapa en la *cadena de errores* se produzca un accidente con la consiguiente pérdida de vidas humanas y destrucción de bienes. El hecho de que los errores no suceden en el vacío y que el error humano existe tanto en

organizaciones cuyo sistema fomenta el error como en las que su sistema resiste los errores, es un concepto descartado y poco empleado en los análisis y se prefiere atribuir a un individuo la plena responsabilidad de lo sucedido. En consecuencia, es imperativo examinar las fallas sistemáticas y/o organización a fondo para descubrir cuales son verdaderamente las situaciones inherentes al conjunto del sistema que provocan efectivamente los errores.