
 <b>AERONÁUTICA CIVIL</b> UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL	<b>MANUAL</b>			
	<b>MANUAL DEL INSPECTOR DE AERONAVEGABILIDAD</b> <b>PARTE I - CAPÍTULO 6</b> <b>FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO</b>			
Principio de procedencia: 5103-194	Clave: GIVC-1.0-05-004	Revisión: 01	Fecha: 01/11/2019	Página: 1 de 46

## INDICE

<b>SECCIÓN 1. ANTECEDENTES.....</b>	<b>2</b>
1. OBJETIVO .....	2
2. GENERALIDADES.....	2
3. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS .....	3
4. NECESIDAD DE LOS ESTÁNDARES .....	7
5. CONSIDERACIONES DE POLÍTICA DE IMPLEMENTACIÓN DE REQUERIMIENTOS REGULATORIOS.....	9
6. EL SIGNIFICADO DE FACTORES HUMANOS .....	11
7. CONCEPTOS DESDE EL PUNTO DE VISTA TÉCNICO EN LOS FACTORES HUMANOS.....	18
8. SISTEMA DE GESTION INTEGRAL DE CALIDAD Y FACTORES HUMANOS ....	27
<b>SECCIÓN 2. PROGRAMAS DE FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO .....</b>	<b>28</b>
1. ALCANCE Y UBICACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO .....	28
2. ELEMENTOS DE UN PROGRAMA DE FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO.....	32
3. MAINTENANCE ERROR DECISION AID (MEDA).....	35
4. NUEVOS PROGRAMAS DE FACTORES HUMANOS.....	40
<b>SECCIÓN 3. PRE-REQUISITOS ADICIONALES, PARA EVALUAR EL PROCEDIMIENTO .....</b>	<b>45</b>
<b>SECCIÓN 4. PROCEDIMIENTOS .....</b>	<b>45</b>
<b>SECCION 5. RESULTADOS DE LA TAREA .....</b>	<b>46</b>
<b>SECCION 6. ACTIVIDADES FUTURAS.....</b>	<b>46</b>

 <b>AERONÁUTICA CIVIL</b> UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL	<b>MANUAL</b>			
	<b>MANUAL DEL INSPECTOR DE AERONAVEGABILIDAD</b> <b>PARTE I - CAPÍTULO 6</b> <b>FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO</b>			
Principio de procedencia: 5103-194	Clave: GIVC-1.0-05-004	Revisión: 01	Fecha: 01/11/2019	Página: 2 de 46

## **SECCIÓN 1. ANTECEDENTES.**

### **1. OBJETIVO.**


Este Capítulo proporciona información elemental para que el inspector de aeronavegabilidad obtenga los conocimientos básicos necesarios sobre factores humanos, sus conceptos, y su aplicabilidad en la industria de aviación a través de programas.

### **2. GENERALIDADES**

El campo de factores humanos (FH) tiene sus raíces en la aviación. El primer trabajo identificado en el área de diseño de equipamiento y rendimiento humano fue realizado durante la Segunda Guerra Mundial. Este trabajo estaba dirigido principalmente a eliminar ciertos accidentes relacionados con el diseño de la cabina de comando y rendimiento de la tripulación de comando. De hecho, los trabajos pioneros en esta área fueron publicados en el periodo post guerra.

La distinción original entre ergonomía (palabra de raíces griegas que significa “el estudio del trabajo”), y FH gradualmente ha desaparecido. Por tanto, en este Capítulo guía, los términos “factores humanos” y “ergonomía” son usados como sinónimos.

- a) Los trabajos de mantenimiento y reparación que se desarrollan actualmente en las aeronaves, han evolucionado considerablemente en los últimos 50 años, debido a la introducción de nuevas tecnologías aplicadas a las aeronaves de nueva generación. Por otra parte, los técnicos de mantenimiento de aeronaves todavía mantienen sus capacidades, limitaciones, idiosincrasias, dentro de un rango, que son parte de la condición humana. La inclusión de nuevos materiales y sistemas electrónicos no significan una reducción en la carga de trabajo o en los requerimientos de pericia de los técnicos de mantenimiento de aeronaves o supervisores. Debido a la combinación de modelos de aeronaves en flotas comerciales, los técnicos de mantenimiento de aeronaves mantienen activos sus conocimientos y pericia, requeridos para realizar el mantenimiento de una gran variedad de aeronaves tanto viejas como nuevas.
- b) La importancia de considerar el trabajo de los técnico de mantenimiento de aeronaves de mantenimiento de aeronaves, se debe en gran parte, al rango que cubre determinados factores, tales como, la pericia necesaria, las presiones al tratar de mantener todas las aeronaves en estado rentable, las presiones de trabajo durante turnos nocturnos, o durante severas limitaciones de tiempo o clima, las implicaciones de seguridad al mantener aeronaves viejas, la incertidumbre de estabilidad en el trabajo, y otros factores que se conoce que afectan el rendimiento humano. Los trabajos desempeñados por trabajadores en la rama de la aviación han llegado a ser complejos y estresantes.


 <b>AERONÁUTICA CIVIL</b> UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL	<b>MANUAL</b>			
	<b>MANUAL DEL INSPECTOR DE AERONAVEGABILIDAD</b> <b>PARTE I - CAPÍTULO 6</b> <b>FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO</b>			
Principio de procedencia: 5103-194	Clave: GIVC-1.0-05-004	Revisión: 01	Fecha: 01/11/2019	Página: 3 de 46

- c) La disciplina de factores humanos (FH) empieza con la industria de aviación y ha madurado en forma conjunta. La mayor parte de las investigaciones y trabajo desarrollado por los profesionales en factores humanos, está relacionada con el diseño de sistemas y productos. Sin importar el área en que son aplicados, los métodos de factores humanos están siempre dirigidos a mejorar la seguridad y el rendimiento eficiente de los humanos en los sistemas “humano – máquina”. Éste Capítulo proporciona la información necesaria al Inspector de Seguridad Operacional y de la Aviación Civil para que considere adecuadamente las capacidades y limitaciones humanas del personal de mantenimiento durante el desarrollo e sus tareas. Por consiguiente, este Capítulo está orientado al análisis y no al diseño.
- d) Este procedimiento ha sido dividido en dos secciones. La primera trata sobre los FH, su significado, y principales conceptos y definiciones que son necesarios para una comprensión más clara. Se incluyen en esta sección el modelo SHEL y el modelo de interacción de FH.


La segunda sección trata el tema de los programas de FH de forma muy general e incluye descripciones de los programas más utilizados hoy en día.

### 3. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS


ADAMS	Aircraft Dispatch and Maintenance Safety (Comunidad Europea).
Análisis de necesidades	La determinación de qué es requerido para realizar el trabajo, e identificación de las aptitudes, conocimiento y actitudes que son necesarias para completar un trabajo de forma exitosa.
Análisis de rendimiento	El proceso que define las diferencias entre qué es lo que se espera que se haga en una tarea, y que es lo que realmente se ha hecho.
Antropometría	La ciencia que estudia la medición del tamaño, peso, y proporciones del cuerpo humano.
Apreciación de la situación	El hecho de mantener un cuadro mental completo de los objetos y eventos circundantes, así como la habilidad para interpretar estos eventos para uso futuro. La apreciación de la situación abarca conceptos tales como estimulación, atención, y vigilancia.
Asertividad	Una serie de “derechos”, expresados en palabras que pertenecen a cada empleado. Algunos de estos derechos incluyen el derecho de decir “no”, el derecho de expresar los sentimientos e ideas, y el

 <b>AERONÁUTICA CIVIL</b> UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL	<b>MANUAL</b>			
	<b>MANUAL DEL INSPECTOR DE AERONAVEGABILIDAD</b> <b>PARTE I - CAPÍTULO 6</b> <b>FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO</b>			
Principio de procedencia: 5103-194	Clave: GIVC-1.0-05-004	Revisión: 01	Fecha: 01/11/2019	Página: 4 de 46


	derecho de preguntar por información.
Auditoría de ergonomía	Una investigación/auditoría metódica del lugar de trabajo, organización y tarea que es probable que mejore el rendimiento humano y reduzca errores.
Auditoría operacional	Cheques de procedimientos de mantenimiento diseñados para evaluar el rendimiento de tareas o procedimientos de mantenimiento, largos o pequeños.
Auto-confesión – self disclosure	El proceso por el cual el poseedor de un certificado y/o individuo puede revelar una posible violación de las regulaciones con la intención de prevenir a su vez, ocurrencias de violación, y con una exculpación limitada (amnistía) de acciones punitivas.
Cadena de errores	Una secuencia de factores contribuyentes que resultan en un error.
Cognitivo	Perteneciente o relativo al conocimiento.
Comunicación	El proceso de intercambiar información de una parte a la otra.
Crew Resource Management - CRM – Gestión de Recursos de la Tripulación	Entrenamiento de FH basado en el trabajo en equipo diseñado para las tripulaciones de vuelo.
Cultura de seguridad	Orientación ampliamente difundida en una organización que pone a la seguridad como prioridad primaria manejando la forma en que los empleados llevan a cabo su trabajo.
Diseño de sistemas de instrucción	Término genérico para la metodología de creación e implementación de un programa de entrenamiento.
Entorno	Las condiciones en las cuales el “sistema” humano – máquina – software debe funcionar. También significa el conjunto de todas las

 <b>AERONÁUTICA CIVIL</b> UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL	<b>MANUAL</b>			
	<b>MANUAL DEL INSPECTOR DE AERONAVEGABILIDAD</b> <b>PARTE I - CAPÍTULO 6</b> <b>FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO</b>			
Principio de procedencia: 5103-194	Clave: GIVC-1.0-05-004	Revisión: 01	Fecha: 01/11/2019	Página: 5 de 46

	condiciones y elementos que componen el medio en el que un individuo se encuentra.
Ergonomía	La ciencia aplicada que estudia ¿Cómo? adaptar el trabajo, o condiciones de trabajo para mejorar la eficiencia del trabajador.
Error	Cualquier acción realizada por un individuo o grupo de personas que resulta en una discrepancia de la aeronave de forma casual. Un error puede incluir, pero no está limitado a, incumplimiento con el programa de mantenimiento, una regulación de los RAC, o un procedimiento de la compañía.
Estrategia de prevención	Una medida diseñada para reducir, eliminar, o controlar la ocurrencia de un evento de accidente o incidente.
Estresante	Un objeto o evento que causa estrés en un individuo.
Factor contribuyente	Un factor o causa que afecta al rendimiento humano, que, si es alterado, se podría prevenir o reducir la probabilidad de un accidente o incidente.
Factores humanos – FH	Un campo de la ciencia y aplicación que estudia el rendimiento del hombre en un sistema operacional; incorporando métodos y principios de ciencias sociales y de conducta, ingeniería, ergonomía, y fisiología; incluyendo la identificación y estudio de variables que influyen en el rendimiento individual y de equipo. El estudio científico de la interacción entre el hombres, máquinas, y entre los dos.
Falla activa	Un tipo de error humano cuyos efectos se sienten inmediatamente en un sistema.
Falla latente	Un tipo de error humano cuyos efectos pueden estar inactivos hasta que luego se activan usualmente por otros factores atenuantes.
FH	Factores Humanos.

 <b>AERONÁUTICA CIVIL</b> UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL	<b>MANUAL</b>			
	<b>MANUAL DEL INSPECTOR DE AERONAVEGABILIDAD</b> <b>PARTE I - CAPÍTULO 6</b> <b>FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO</b>			
Principio de procedencia: 5103-194	Clave: GIVC-1.0-05-004	Revisión: 01	Fecha: 01/11/2019	Página: 6 de 46

Maintenance Resource Management – MRM – Gestión de Recursos de Mantenimiento	Un proceso interactivo enfocado en mejorar la oportunidad del técnico de mantenimiento de aeronaves, de realizar su trabajo de forma más segura y efectiva. Esto se refiere a una cultura organizacional que valora la confianza, el trabajo en equipo, y fluidez en la comunicación. El término MRM es aplicado a menudo, pero no limitado al entrenamiento formal, lo que ayuda en el logro de estos objetivos.
Mantenimiento	Realizar tareas requeridas para asegurar aeronavegabilidad continuada, incluyendo cualquiera, o una combinación de overhaul, inspección, reemplazo, rectificación de defectos, y la incorporación de una modificación o reparación.
MEDA	Maintenance Error Decision Aid (Boeing).
Normas	La manera en que el trabajo es realizado normalmente en una organización de mantenimiento, sin tomar en cuenta los procedimientos formales, que generalmente son aceptados por la mayoría.
Normas de vida - costumbres	Reglas esperadas, inclusive implícitas de conducta que dictan los lineamientos del vestir, hablar, e interacción básica.
Pasividad	La degradación de la vigilancia en una situación. Complacencia.
PFHMA	Programa de factores humanos en mantenimiento de Aviación.
Principios de FH	Principios que aplican al diseño aeronáutico, certificación, entrenamiento, operaciones y mantenimiento, los cuales buscan una interface segura entre el ser humano y otros componentes del sistema, mediante una consideración apropiada del rendimiento humano.
Rendimiento humano	Capacidades y limitaciones humanas, las cuales tienen un impacto en la seguridad y eficiencia de las operaciones aeronáuticas.
SHEL	Software/Hardware/Environment / Liveware

 <b>AERONÁUTICA CIVIL</b> UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL	<b>MANUAL</b>			
	<b>MANUAL DEL INSPECTOR DE AERONAVEGABILIDAD</b> <b>PARTE I - CAPÍTULO 6</b> <b>FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO</b>			
Principio de procedencia: 5103-194	Clave: GIVC-1.0-05-004	Revisión: 01	Fecha: 01/11/2019	Página: 7 de 46

Sistema de gestión de error	Un sistema o proceso que sirve para recolectar, analizar, seguir, descubrir tendencias, y organizar la información relacionada con errores humanos o percances.
Sistema de retroalimentación	La forma mediante la cual los que realizan el trabajo reciben información respecto a la calidad, efectividad, y puntualidad de su trabajo.
STAMINA	Safety Training for the Aircraft Maintenance Industry.
TEAM	Tools for Error Analysis in Maintenance.

#### **4. NECESIDAD DE LOS ESTÁNDARES**

Los Estados contratantes con grandes actividades en aviación comercial ya tienen iniciados programas de FH, los cuales incluyen el desarrollo y publicación de guías y material de entrenamiento y la promoción de la concientización en FH. Esta promoción incluye no solo a la industria de mantenimiento de aviación, sino también al personal de su Autoridad aeronáutica.

Además, las recientes enmiendas de los Anexos 1 y 6 de la OACI ahora requieren que las Autoridades de todos los Estados contratantes observen los estándares para reducir los efectos o deficiencias adversas del rendimiento humano en mantenimiento de aviación. Existen manuales y documentos publicados por OACI que proveen a las Autoridades Aeronáuticas las herramientas para desarrollar e implementar estos estándares apropiados para sus actividades de aviación en sus estados. La siguiente tabla presenta el texto de los SARPs (Standards and Recommended Practices) en FH de los dos Anexos que cubren el mantenimiento de aeronaves.



 <b>AERONÁUTICA CIVIL</b> UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL	<b>MANUAL</b>			
	<b>MANUAL DEL INSPECTOR DE AERONAVEGABILIDAD</b> <b>PARTE I - CAPÍTULO 6</b> <b>FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO</b>			
Principio de procedencia: 5103-194	Clave: GIVC-1.0-05-004	Revisión: 01	Fecha: 01/11/2019	Página: 8 de 46

Tabla 1. Tabla de aspectos de FH que son considerados en los SARPS

<b>Anexo</b>	<b>Capítulo y sección</b>	<b>Párrafo y texto del Estándar o Práctica recomendada</b>
Anexo 1 – al Licencias Personal	Capítulo 4. Licencias y habilitaciones para personal, que no pertenezca a la tripulación de vuelo  4.2 (Técnico de / mecánico de) mantenimiento de aeronaves	4.2.1.2 Conocimientos  Actuación humana  e) actuación humana correspondiente a las obligaciones del titular de una licencia de mantenimiento de aeronaves.  Nota.- Los textos de orientación para diseñar programas de instrucción sobre actuación humana pueden encontrarse en el Manual de instrucción sobre factores humanos (Doc. 9683)
Anexo 6 – de Operación de  Parte I – Transporte aéreo comercial internacional – aviones	Capítulo 8. Mantenimiento del avión  8.3 Programa de mantenimiento	8.3.1 ...  En el diseño del programa de mantenimiento del explotador se observarán los principios relativos a factores humanos.  Nota.- Los textos de orientación sobre la aplicación de los principios relativos a factores humanos pueden encontrarse en el Manual de instrucción sobre factores humanos (Doc. 9683)




 <b>AERONÁUTICA CIVIL</b> UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL	MANUAL			
	<b>MANUAL DEL INSPECTOR DE AERONAVEGABILIDAD</b> <b>PARTE I - CAPÍTULO 6</b> <b>FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO</b>			
Principio de procedencia: 5103-194	Clave: GIVC-1.0-05-004	Revisión: 01	Fecha: 01/11/2019	Página: 9 de 46

Anexo	Capítulo y sección	Párrafo y texto del Estándar o Práctica recomendada
	8.7 Organismo de mantenimiento reconocido	8.7.5.4 ... En el programa de instrucción establecido por el organismo de mantenimiento se incluirá la instrucción en conocimientos y habilidades relacionados con la actuación humana. Nota.- Los textos de orientación para diseñar programas de instrucción destinados a desarrollar conocimientos y habilidades relacionados con la actuación humana pueden encontrarse en el Manual de instrucción sobre factores humanos (Doc. 9683)
Anexo 6 – Operación de aeronaves Parte III – Operaciones Internacionales – Helicópteros Sección II - Transporte aéreo comercial internacional	Capítulo 6. Mantenimiento de helicópteros 6.3 Programa de mantenimiento	6.3.1 ... El concepto y aplicación del programa de mantenimiento del explotador respetará los principios de factores humanos. Nota.- Los textos de orientación para aplicar los principios relativos a factores humanos pueden encontrarse en el Manual de instrucción sobre factores humanos (Doc. 9683)

## 5. CONSIDERACIONES DE POLÍTICA DE IMPLEMENTACIÓN DE REQUERIMIENTOS REGULATORIOS

El objetivo primario de introducir regulaciones sobre FH es el de reducir los accidentes e incidentes de aeronaves debido a errores cometidos durante el mantenimiento. A continuación, se describen a manera de orientación, aspectos a considerar por la Autoridad Aeronáutica que desee incluir estas consideraciones en sus regulaciones. Primero puede desarrollar una política para la emisión de material regulatorio dirigido a

 <b>AERONÁUTICA CIVIL</b> UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL	<b>MANUAL</b>			
	<b>MANUAL DEL INSPECTOR DE AERONAVEGABILIDAD</b> <b>PARTE I - CAPÍTULO 6</b> <b>FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO</b>			
Principio de procedencia: 5103-194	Clave: GIVC-1.0-05-004	Revisión: 01	Fecha: 01/11/2019	Página: 10 de 46

asegurar que intervenciones apropiadas de FH en mantenimiento son introducidas por todos los operadores y las organizaciones de mantenimiento OMA.


La primera, y quizás la más importante, consideración de política es cómo detallar y prescribir la necesidad regulatoria para alcanzar un nivel satisfactorio de intervenciones en FH. La U.A.E.A.C. debe considerar este aspecto detenidamente y conseguir un equilibrio entre el detalle de la regulación y la mejor argumentación adaptada a sus circunstancias nacionales, legales y culturales.

6.3 La segunda consideración importante es, el determinar qué entidad es la más apropiada para poner como objetivo de las regulaciones de FH. En Estados donde los explotadores realizan su propio mantenimiento, la respuesta es simple ya que solo existe ese tipo de entidad. Sin embargo, en muchos Estados los explotadores contratan a otras organizaciones para que les realicen el mantenimiento, y una posible solución sería dirigir las regulaciones al explotador quien tendría que llevar a cabo una auditoría en FH de esos talleres y requerir cumplimiento antes que el trabajo comience a realizarse. Una solución más práctica y balanceada podría ser dirigir las regulaciones concernientes a la aplicación práctica de los FH a los talleres aeronáuticos de reparaciones. Las regulaciones sobre FH asociadas con el diseño del programa de mantenimiento a sí mismas se dirigirán a los explotadores. Una tercera consideración de política es el establecer el nivel necesario de las intervenciones de FH para producir un resultado satisfactorio.

El Anexo 6 no proporciona detalles del nivel requerido, pero éstos básicamente dependerán de factores tales como:

- a) Tamaño, estructura directiva y políticas de cada OMA
- b) niveles de experiencia, entrenamiento, y educación en FH del personal de la comunidad aeronáutica y la U.A.E.A.C.;
- c) el nivel actual de conocimiento e implementación de FH en la industria;
- d) accidentes e incidentes donde se conoce que el error de mantenimiento es un factor causal; y
- e) la cultura nacional y el sistema legal.

La política regulatoria debe asumir que los inspectores de la U.A.E.A.C. normalmente monitorearán en cumplimiento de la industria de aviación como parte de su proceso de supervisión. Esta política requerirá que los inspectores de la U.A.E.A.C. tengan entrenamiento apropiado en FH.

 <b>AERONÁUTICA CIVIL</b> UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL	<b>MANUAL</b>			
	<b>MANUAL DEL INSPECTOR DE AERONAVEGABILIDAD</b> <b>PARTE I - CAPÍTULO 6</b> <b>FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO</b>			
Principio de procedencia: 5103-194	Clave: GIVC-1.0-05-004	Revisión: 01	Fecha: 01/11/2019	Página: 11 de 46

## 6. EL SIGNIFICADO DE FACTORES HUMANOS


Los Factores Humanos – FH – como término deben ser definidos claramente porque cuando se usan estas palabras en el lenguaje corriente, se aplican a cualquier factor relacionado con humanos.

Una definición aceptada por OACI menciona que: “la función de los factores humanos es optimizar la relación entre la gente y sus actividades mediante la aplicación sistemática de las ciencias humanas integradas con el marco de ingeniería de sistemas.” Sus objetivos pueden ser vistos como la efectividad del sistema, que incluyen a la seguridad y eficiencia, y el bienestar del individuo. Persona, involucra a personas de ambos sexos y actividades, indica un interés en la comunicación entre individuos y el comportamiento de individuos y grupos. Últimamente esto se ha expandido hasta incluir las interacciones entre individuos, grupos, y organizaciones a las cuales ellos pertenecen, y la interacción entre las organizaciones que constituyen el sistema de aviación. Las ciencias humanas estudian la estructura y naturaleza de los seres humanos, sus capacidades y limitaciones, y su comportamiento, ya sea que estén solos o en grupo. La noción de la integración dentro de las ingenierías de sistemas se refiere a los intentos de los especialistas de entender las metas y métodos, así como las dificultades y restricciones bajo las cuales la persona que trabaja en áreas interrelacionadas debe tomar decisiones. Los especialistas en FH usan esta información, basados en la relevancia de los problemas prácticos.

Una definición más simple y práctica sería: “los FH se refieren a los factores del entorno, organizacionales y de trabajo, y a las características humanas e individuales que influyen en la conducta en el trabajo de una manera que pueden afectar a la salud y seguridad.”

Los FH son por tanto, sobre gente en sus situaciones de vivencia y trabajo; sobre sus relaciones con las máquinas, con los procedimientos y con el entorno a su alrededor; y también sobre sus relaciones con otra gente. En aviación, los FH involucran un conjunto de personal, consideraciones médicas y biológicas para una aeronave óptima, mantenimiento de la aeronave y operaciones de control de tráfico aéreo.

Modelo SHEL.- Puede ser de gran utilidad el usar el modelo conceptual para ayudar en la comprensión de los FH. Un diagrama práctico para ilustrar este modelo conceptual usa bloques para representar los diferentes componentes de los FH. El concepto SHEL (Software – soporte lógico, Hardware – equipo, Environment – ambiente, Liveware – elemento humano) fue concebido por Edwards y modificado por Hawkins. Se sugieren las interpretaciones, tales como, elemento humano (ser humano), equipo (máquina) y soporte lógico (procedimientos, simbología, etc.), ambiente (la situación en la que debe funcionar el sistema L-H-S). Este diagrama de bloques no abarca las interfases que se encuentran fuera de los factores humanos (equipo – equipo; equipo – ambiente; soporte lógico –

 <b>AERONÁUTICA CIVIL</b> UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL	<b>MANUAL</b>			
	<b>MANUAL DEL INSPECTOR DE AERONAVEGABILIDAD</b> <b>PARTE I - CAPÍTULO 6</b> <b>FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO</b>			
Principio de procedencia: 5103-194	Clave: GIVC-1.0-05-004	Revisión: 01	Fecha: 01/11/2019	Página: 12 de 46


equipo) y solo se presenta como una ayuda básica para comprender los factores humanos.



Figura 1. Modelo SHELL modificado por Hawkins

Elemento humano – Liveware.- En el centro del modelo se encuentra una persona, el componente más crítico y más flexible del sistema. Pero las personas varían en su desempeño y sufren muchas limitaciones, que actualmente, en su mayoría son previsibles. Los bordes de este bloque no son sencillos y rectos de modo que los demás componentes del sistema deben ajustarse cuidadosamente a ellos si se quieren evitar tensiones el sistema y su eventual ruptura. Para comprender esta correspondencia, es indispensable comprender las características de éste componente central. A continuación, algunos de los rasgos más importantes:

- Tamaño y forma físicos - Al diseñar cualquier lugar de trabajo y de la mayor parte de los equipos, las medidas y movimientos son vitales, que variarán de acuerdo con la edad, los grupos étnicos y el sexo. Las decisiones se toman al comienzo y los datos requeridos para esto se toma de la antropometría y biomecánica.
- Necesidades físicas.- Las necesidades de alimento, agua y oxígeno que tienen las personas son estudiadas por la fisiología y la biología.
- Características aportadas.- Los seres humanos están dotados de un sistema sensorial que les permite recopilar información del mundo que los rodea, y los faculta para responder a los hechos externos y para llevar a cabo las tareas necesarias. Pero todos sus sentidos están sujetos a degradación por una razón u otra, y en este caso las fuentes de conocimiento son la fisiología, la psicología sensorial y la biología.
- Tratamiento de la información.- Esta capacidad humana tiene graves limitaciones. Frecuentemente, la concepción deficiente de instrumentos y sistemas de advertencia ha sido el resultado de no haber tomado en cuenta la capacidad y limitaciones del sistema humano de tratamiento de la información. En este aspecto

 <b>AERONÁUTICA CIVIL</b> UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL	<b>MANUAL</b>			
	<b>MANUAL DEL INSPECTOR DE AERONAVEGABILIDAD</b> <b>PARTE I - CAPÍTULO 6</b> <b>FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO</b>			
Principio de procedencia: 5103-194	Clave: GIVC-1.0-05-004	Revisión: 01	Fecha: 01/11/2019	Página: 13 de 46


se ven involucradas la memoria a corto y largo plazo, así como la motivación y el estrés. La psicología es la fuente de conocimientos básicos al respecto.

- **Características salientes.**- Una vez que se ha detectado y procesado la información, se envían mensajes a los músculos para iniciar la respuesta deseada, ya sea un movimiento de control físico o el principio de alguna forma de comunicación. Es necesario conocer las fuerzas de control aceptables y la dirección del movimiento, para lo cual la biomecánica, la fisiología y la psicología suministran los conocimientos requeridos.
- **Tolerancias ambientales.**- La temperatura, la presión, la humedad, el ruido, el momento del día, la luz y la oscuridad, son elementos que pueden reflejarse en el comportamiento y en el bienestar de las personas. También cabe prever que las alturas, los espacios encerrados y un ambiente de trabajo aburrido o lleno de tensión influyan sobre el desempeño. Esta vez, la información se obtiene de la fisiología, la biología y la psicología. El elemento humano es el núcleo de actividad del modelo SHELL sobre los factores humanos. Los componentes restantes deben adaptarse y hacer corresponder a éste componente central.

**Elemento humano-equipos L - H.-** Esta interfaz es la que más corrientemente se considera cuando hablamos de sistemas ser humano-máquina:

- El diseño de los asientos para ajustarlos a las características del cuerpo humano sentado, de pantallas que se ajusten a las características sensoriales y a las del procesamiento de información del usuario, de controles dotados de movimiento, codificación y ubicación apropiados.
- Puede ser que el usuario no se dé nunca cuenta de una deficiencia L-H, aun cuando finalmente pueda provocar un desastre, porque la característica humana natural de adaptarse a los desajustes del L-H encubrirá esa deficiencia, pero no eliminará su existencia.
- Esto constituye un peligro potencial, del cual deben estar advertidos los proyectistas. Con la introducción de las computadoras y los sistemas avanzados de automatización, esta interfaz se ha puesto al frente de los problemas que el estudio de los factores humanos tendrá que resolver.

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

 <p>AERONÁUTICA CIVIL UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL</p>	MANUAL			
	<p>MANUAL DEL INSPECTOR DE AERONAVEGABILIDAD</p> <p>PARTE I - CAPÍTULO 6</p> <p>FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO</p>			
Principio de procedencia: 5103-194	Clave: GIVC-1.0-05-004	Revisión: 01	Fecha: 01/11/2019	Página: 14 de 46


interpretación de listas de verificación o de la simbología, el no-cumplimiento de los procedimientos, etc.)

Elemento humano-ambiente L - E.- La interfaz ser humano-ambiente fue una de las que primero se reconocieron en la aviación. Inicialmente, todas las medidas tomadas tenían por objeto adaptar al ser humano para afrontar el ambiente (cascos, trajes de vuelo, máscaras de oxígeno, trajes anti gravitatorios). Más tarde, la tendencia fue invertir este procedimiento, adaptando el ambiente a las necesidades humanas (presurización y sistemas de aire acondicionado, insonorización).

- Nuevos desafíos han surgido hoy, sobre todo, el peligro de la concentración del ozono y la radiación a altos niveles de vuelo y los problemas relacionados con la perturbación de los ritmos biológicos y los correspondientes trastornos por la falta de sueño, como consecuencia de la mayor velocidad en los viajes intercontinentales.
- Dado que las ilusiones y la desorientación constituyen la raíz de muchos accidentes de aviación, la interfaz L-E debe tomar en consideración los errores perceptivos provocados por las condiciones ambientales, por ejemplo, las ilusiones experimentadas durante las fases de aproximación y aterrizaje. El sistema de la aviación funciona dentro del contexto de amplias restricciones políticas y económicas, y esos aspectos del ambiente interactuarán en esta interfaz. Aunque la posibilidad de modificar estas influencias está fuera del alcance de los profesionales de los factores humanos, su incidencia es fundamental y deberían tenerse debidamente en cuenta y ocuparse de ellas los dirigentes que están facultados para hacerlo.

Elemento humano-elemento humano L - L.- Se trata de la interfaz entre personas. La instrucción y la verificación de idoneidad se han realizado tradicionalmente en forma individual. Si cada miembro del equipo era idóneo, se suponía que el grupo constituido por estas personas también era idóneo y eficiente. Sin embargo, no siempre ha sido así, y durante muchos años se ha dedicado una creciente atención al fracaso del trabajo en equipo.

- Las tripulaciones de vuelo, los controladores de tránsito aéreo, los técnicos de mantenimiento de aeronaves y otros miembros del personal operacional funcionan como grupos y las influencias de grupo ejercen una función importante para determinar el comportamiento y el desempeño.
- En esta interfaz nos ocupamos de liderazgo, la cooperación de la tripulación, el trabajo en equipo y las interacciones de personalidades. Las relaciones personal / administración se encuentran también dentro del alcance de esta interfaz, ya que

 <p>AERONÁUTICA CIVIL UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL</p>	MANUAL			
	<p>MANUAL DEL INSPECTOR DE AERONAVEGABILIDAD</p> <p>PARTE I - CAPÍTULO 6</p> <p>FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO</p>			
Principio de procedencia: 5103-194	Clave: GIVC-1.0-05-004	Revisión: 01	Fecha: 01/11/2019	Página: 15 de 46

el ámbito empresarial y las presiones derivadas de la explotación en la compañía pueden afectar considerablemente el comportamiento humano.


Modelo de interacción de FH. Propósito.- Existe otro modelo de interacción humana con máquinas, computadoras, u otros sistemas y las influencias potenciales del entorno en esa interacción. Este modelo se incluye principalmente para los inspectores que ven por primera vez aspectos de éste modelo conceptualmente divide un sistema en un lado humano y un lado máquina para ilustrar y describir estas interacciones. Es crucial el entender las fortalezas y debilidades comparativas de los lados humano y máquina de un sistema en el diseño de los mismos para subrayar las capacidades humanas y compensar las limitaciones.

- Primero, aquí se presenta el modelo general de los componentes básicos de las interacciones humano -sistema. Segundo, se describen las fortalezas y debilidades relativas de los humanos y de las máquinas / sistemas. Es importante el entender estos conceptos para determinar, al comienzo en el diseño del sistema, que funciones van a ser realizadas por los humanos y qué funciones van a ser realizadas por el sistema. Se trata de:
  - a) Utilizar las fortalezas de los humanos y el sistema; y
  - b) evitar la asignación de funciones a las debilidades/limitaciones de cualquiera.

Luego, se toca la variabilidad humana. Las maquinas/sistemas son construidos para funcionar dentro de unas tolerancias específicas, de tal modo que máquinas idénticas tienen características idénticas, o casi idénticas. En contraste, los humanos varían debido a diferencias genéticas y ambientalmente determinadas. Estas diferencias deben ser tomadas en cuenta cuando se diseñan productos, herramientas, máquinas, y sistemas para adecuarlos a la población de usuarios finales. Las capacidades humanas y sus atributos difieren en:

- a) Modalidades sensitivas;
- b) funcionamiento cognitivo;
- c) tiempo de reacción;
- d) tamaño y forma física; y
- e) fortaleza física.

Este modelo presentado es una descripción de cómo los humanos y los sistemas interactúan. Las influencias del entorno en esa interacción han sido añadidas. Este modelo ilustra un flujo de información típica entre los componentes “humano y máquina” de un sistema.

 <b>AERONÁUTICA CIVIL</b> UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL	<b>MANUAL</b>			
	<b>MANUAL DEL INSPECTOR DE AERONAVEGABILIDAD</b> <b>PARTE I - CAPÍTULO 6</b> <b>FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO</b>			
Principio de procedencia: 5103-194	Clave: GIVC-1.0-05-004	Revisión: 01	Fecha: 01/11/2019	Página: 16 de 46

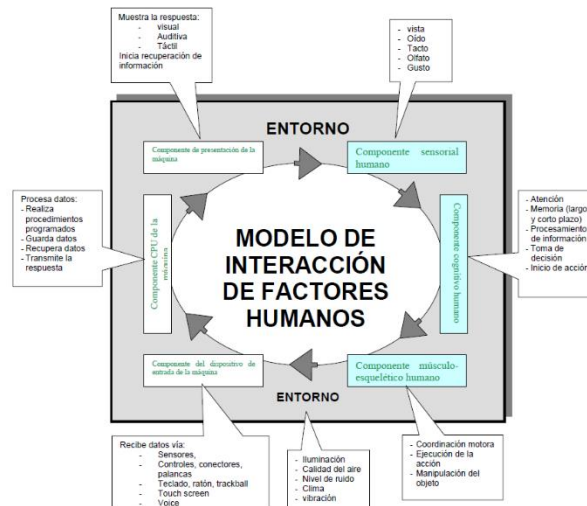



Figura 2. Modelo FH

El modelo de FH aplicado a la interacción del usuario con un teléfono celular.- En este ejemplo, el modelo describe a los puntos de transferencia de información o interfaces entre el usuario y el teléfono celular. El modelo también toma en consideración el entorno dentro del cual las interacciones usuario – sistema, se llevan a cabo. Este modelo o diagrama puede ser útil, ya desde la conceptualización del sistema y diseño como un punto de partida para determinar dónde, cuándo y cómo puede el usuario prever interactuar con un sistema. Se puede usar para empezar la definición de qué información debe ser comunicada entre el usuario y el sistema, y cómo esta comunicación debe ser realizada. Para propósitos conceptuales, este modelo está dividido en un lado máquina y un lado humano incrustados en un entorno.



 <b>AERONÁUTICA CIVIL</b> UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL	<b>MANUAL</b>			
	<b>MANUAL DEL INSPECTOR DE AERONAVEGABILIDAD</b> <b>PARTE I - CAPÍTULO 6</b> <b>FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO</b>			
Principio de procedencia: 5103-194	Clave: GIVC-1.0-05-004	Revisión: 01	Fecha: 01/11/2019	Página: 17 de 46

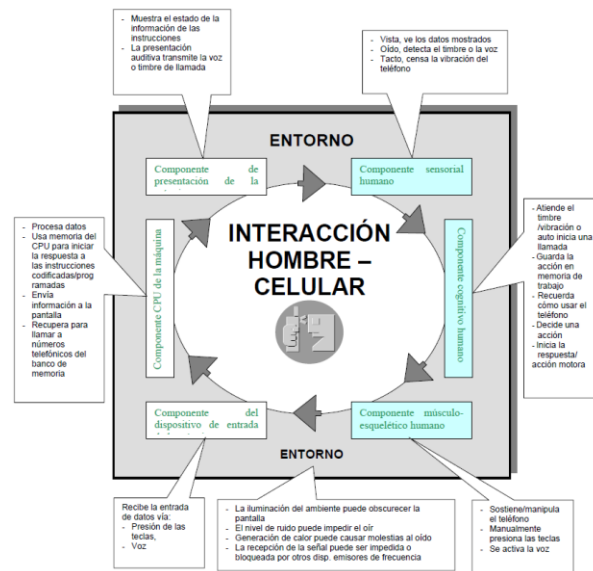



Figura 3. Ejemplo iteración Hombre-maquina

Fortalezas relativas de los dos lados.- Los humanos somos mejores que las máquinas en:

- Funciones sensoriales; y
- habilidades perceptivas:
  - Generalización de los estímulos; y
  - conceptos abstractos;
- flexibilidad;
- habilidad para improvisar;
- juicio;
- recuerdos selectivos; y
- razonamiento inductivo.

Fortalezas relativas de los dos lados.- Las máquinas son mejores que los humanos en:

- Estado de alerta;
- velocidad y potencia;
- detección de los sensores fuera de los rangos humanos;
- trabajo de rutina;
- computación o cálculo;
- almacenamiento en memoria a corto plazo; y
- actividades simultáneas.

 <b>AERONÁUTICA CIVIL</b> UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL	<b>MANUAL</b>			
	<b>MANUAL DEL INSPECTOR DE AERONAVEGABILIDAD</b> <b>PARTE I - CAPÍTULO 6</b> <b>FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO</b>			
Principio de procedencia: 5103-194	Clave: GIVC-1.0-05-004	Revisión: 01	Fecha: 01/11/2019	Página: 18 de 46

Comparación humano – máquina.- Al comienzo en el desarrollo de los FH como disciplina, se propuso la siguiente comparación de las habilidades de los humanos y las máquinas. A pesar de que los avances rápidos en el avance de la tecnología prometen un incremento significativo de las habilidades de las máquinas, este sumario permanece válido y como un clásico en el campo de los FH.

Los humanos sobrepasan a las máquinas en:

- a) Habilidad en detectar pequeñas cantidades de energía visual y acústica;
- b) habilidad en percibir patrones de luz o sonido;
- c) habilidad para improvisar y usar procedimientos flexibles;
- d) habilidad para guardar grandes cantidades de información por largos periodos y recordar factores relevantes en el tiempo correcto;
- e) habilidad para razonar de manera inductiva;
- f) habilidad para ejercer buen juicio;

Las máquinas sobrepasan a los humanos en:


- a) Habilidad para responder rápidamente a señales de control, y para aplicar gran fuerza calmadamente y en forma precisa;
- b) habilidad para realizar tareas repetitivas, o de rutina;
- c) habilidad para guardar información por poco tiempo y luego borrarla completamente;
- d) habilidad para razonar deductivamente, incluyendo habilidad computacional; y
- e) habilidad para manejar operaciones altamente complejas, o de hacer muchas cosas diferentes al mismo tiempo.

Diferencias Humano – Máquina.- Otras diferencias mayores entre los humanos y las máquinas son:

- a) Las máquinas pueden ser modificadas, rediseñadas, y retroalimentadas, los humanos no. Los humanos nacemos con determinadas diferencias genéticas innatas que son formadas por el entorno. Las aptitudes o habilidades innatas son desarrolladas a través de educación y entrenamiento; y
- b) las máquinas pueden ser fabricadas para ser idénticas, con idénticas (o casi idénticas) respuestas, o rendimiento. Los humanos no son idénticos y varían a través de sus características de rendimiento, físicas, cognitivas y sensoriales. Los aspectos específicos del rendimiento humano pueden ser nivelados a través de la educación y entrenamiento.

## **7. CONCEPTOS DESDE EL PUNTO DE VISTA TÉCNICO EN LOS FACTORES HUMANOS**

Conceptos básicos de FH aplicable en el área de mantenimiento de aviación.- De hecho, los especialistas en FH argumentan que estos conceptos son fundamentales y que aplican en todas las situaciones en las que los humanos interactúan con otros


 <b>AERONÁUTICA CIVIL</b> UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL	MANUAL			
	<b>MANUAL DEL INSPECTOR DE AERONAVEGABILIDAD</b> <b>PARTE I - CAPÍTULO 6</b> <b>FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO</b>			
Principio de procedencia: 5103-194	Clave: GIVC-1.0-05-004	Revisión: 01	Fecha: 01/11/2019	Página: 19 de 46

componentes del sistema. El hecho de familiarizarse con estos conceptos, permitirá al inspector entender más fácilmente las razones expuestas en éste procedimiento.

**Detección y percepción.** - Como humanos nosotros interactuamos con nuestro entorno mediante la adquisición de información, procesándola, y luego tomando ciertas acciones. Nosotros utilizamos varios sentidos para recolectar la información que necesitamos.

- Los cinco sentidos básicos son la vista, oído, olfato, tacto, y gusto. Además, existen muchos otros sentidos que utilizamos para adquirir información. Nuestro sentido vestibular nos permite detectar el balance, movimiento, y aceleración.
- El sentido de nuestro cuerpo y sus movimientos (propioceptivo) nos informa de la posición y ubicación de nuestras extremidades y nuestro sentido kinésico (sentido del movimiento), nos dice como estamos moviendo varias partes de nuestro cuerpo. Sin considerar poderes psíquicos, si no podemos detectar a alguien con uno o más de nuestros sentidos, usualmente no podemos percatarnos de su presencia.
- Como resultado de una gran cantidad de investigaciones, hemos llegado a conocer muchos aspectos de la percepción. Primero, ya conocemos los niveles mínimos de estímulo necesarios para la detección de cada uno de nuestros sentidos. Estos son los llamados valores de umbral para la detección. También conocemos esos niveles diferentes de estímulos distintivos que los humanos podemos distinguir.
- Sabemos que hay una diferencia entre detección y percepción. Detección se refiere a la respuesta física de nuestros sentidos, o detectores, en presencia de algún evento o estímulo. Percepción se refiere a la combinación de procesos fisiológicos y físicos (llamados Psicofísicos), que nos permiten conocer que hemos detectado algo. Es posible, e incluso muy probable que bajo ciertas condiciones, que no percibamos un evento, incluso uno que esté bien por encima del umbral para detección.
- Sabemos que ciertas características del entorno afectan nuestra habilidad para percibir ciertos eventos. El stress físico y psicológico, demandas de atención, mucha carga de trabajo, y otras condiciones comunes en el entorno de mantenimiento de aviación puede causar una pérdida de las capacidades perceptivas.

**Errores.** - Un hecho esencial de la naturaleza humana es que la gente comete errores. Esta tendencia a cometer errores está muy pronunciada y difundida que simplemente se asume que los errores ocurren. Desde una perspectiva de FH no existen operaciones por humanos libres de errores. Los investigadores quedan fascinados por la naturaleza de los errores humanos.

 <b>AERONÁUTICA CIVIL</b> UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL	<b>MANUAL</b>			
	<b>MANUAL DEL INSPECTOR DE AERONAVEGABILIDAD</b> <b>PARTE I - CAPÍTULO 6</b> <b>FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO</b>			
Principio de procedencia: 5103-194	Clave: GIVC-1.0-05-004	Revisión: 01	Fecha: 01/11/2019	Página: 20 de 46


- Varias teorías han avanzado para explicar las causas de los diferentes tipos de errores. Ciertos tipos de errores son causados por simples incompatibilidades físicas. Por ejemplo, los caracteres impresos son confusos cuando son muy pequeños. Otros tipos de errores son causados por factores psicológicos complejos. Todavía hay otros errores que son causados por ciertos tipos de stress como la fatiga o trabajo bajo presión de tiempo.
- Afortunadamente, ya se sabe mucho acerca de que causa los errores y como diseñar sistemas de tal forma que minimice la probabilidad de ocurrencia de ciertos tipos de errores. Un punto importante es que, no obstante las precauciones que tomemos, los errores ocurrirán. Si el sistema depende de un rendimiento humano libre de errores, eventualmente este sistema fallará. Para errores que no podemos evitar, debemos diseñar elementos para el sistema de tal forma que minimicen sus efectos.

**Errores de mantenimiento.** - Después de llevar a cabo un estudio de los sitios de mantenimiento, se ha compilado la siguiente lista de los errores de mantenimiento más comunes:

- a) Instalación incorrecta de los componentes;
- b) instalación de partes de origen desconocidos (no trazables);
- c) el acoplado de partes equivocadas;
- d) discrepancias del cableado eléctrico;
- e) objetos perdidos dejados en la aeronave;
- f) lubricación inadecuada;
- g) paneles de acceso, capotas, cubiertas no asegurados;
- h) tapas de aceite o combustible y paneles de combustible no asegurados; y
- i) pasadores de trenes de aterrizaje no removidos antes del despegue;

**Habitación.-** Se escucha a menudo que la gente es extremadamente adaptable. Es decir, podemos adaptarnos literalmente a todo, solo es necesario el tiempo suficiente. Si sentimos, oímos, vemos, olemos o gustamos el mismo estímulo frecuente o continuamente, nuestra respuesta a eso gradualmente disminuye. De forma eventual, los estímulos llegan a producir una respuesta imperceptible. Cuando esto pasa, nos hemos “habitado” a los estímulos.

- La habitación ocurre tanto de forma física, como psicológica. Físicamente, un estímulo constante llega a ser imperceptible. Por ejemplo, no sentimos nuestros relojes después de que los hemos tenido por un largo tiempo. De la misma forma nos habitamos a situaciones más complejas. Si una tarea de trabajo es particularmente peligrosa, probablemente somos muy cuidadosos las primeras veces que lo realizamos. De forma paulatina, sin embargo, nos habitaremos al

 <p>AERONÁUTICA CIVIL UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL</p>	MANUAL			
	<p>MANUAL DEL INSPECTOR DE AERONAVEGABILIDAD</p> <p>PARTE I - CAPÍTULO 6</p> <p>FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO</p>			
Principio de procedencia: 5103-194	Clave: GIVC-1.0-05-004	Revisión: 01	Fecha: 01/11/2019	Página: 21 de 46

peligro y entonces debemos recordarnos a sí mismos constantemente de ser cuidadosos.


- En el entorno de mantenimiento de aviación, la habituación permite adaptarnos a entornos peligrosos o nocivos e ignorar las señales de peligros potenciales.

**Capacidades y limitaciones humanas.-** Quizás el concepto más fundamental de los FH es que las personas tienen ciertas capacidades y limitaciones que deben ser consideradas cuando se diseñan o evalúan sistemas que incluyen humanos.

- En otras disciplinas de ingeniería, se sobreentiende que los componentes de un sistema tienen un rango de capacidad de rendimiento. Por ejemplo, los remaches usados para asegurar las capas de aluminio al fuselaje pueden soportar fuerzas que tratan de sacarlas. Estos remaches algún momento cederán si se aplica la fuerza suficiente. Aun cuando el rango preciso de las capacidades y limitaciones humanas pueden no ser tan conocidas como el rango de rendimiento de los componentes mecánicos o eléctricos, los mismos principios se aplican.
- A diferencia de los componentes mecánicos, los humanos rara vez sufrimos fallas catastróficas. Es posible aplicar tales fuerzas como para romper músculos y quebrar huesos. Más frecuentemente, sin embargo, el exceder las capacidades humanas resulta en consecuencias delicadas, como incremento de errores, inhabilidad para atender todas las tareas al mismo tiempo, poco juicio, etc.
- También, a diferencia de los componentes inanimados, el rendimiento humano es afectado por elementos sociales, emocionales, cognitivos, y psicológicos. Por cuanto el rendimiento humano tiende a ser más variado que el de los componentes no-humanos, debemos cuidarnos de proveer los márgenes adecuados de diseño para los operadores humanos.

**Factor de formación de rendimiento (PSF – Performance Shaping Factor).-** Este término usualmente referido por su acrónimo PSF, fue introducido allá por los 60s para ayudar a formar la idea de confiabilidad humana. En su significado más general, PSF es cualquier cosa que pueda afectar el rendimiento humano.

- Teóricamente, PSF pueden tener efectos positivos o negativos en el rendimiento humano. Sin embargo, la discusión de PSFs generalmente está limitada a aquellos elementos que afectan en forma adversa al rendimiento. Por ejemplo, un entrenamiento pobre es un PSF del que se sabe que incrementa los errores.
- Los PSF usualmente se pueden categorizar en internos y externos. Los externos están fuera del individuo o usuario, generalmente algunas características del lugar de trabajo, la tarea, o la organización. Los internos vienen de la persona y típicamente están relacionados con la pericia, estrés, u otros elementos fisiológicos, psicológicos, o sociales. Ejemplos típicos de PSFs externos son las

 <p>AERONÁUTICA CIVIL UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL</p>	MANUAL			
	<p>MANUAL DEL INSPECTOR DE AERONAVEGABILIDAD</p> <p>PARTE I - CAPÍTULO 6</p> <p>FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO</p>			
Principio de procedencia: 5103-194	Clave: GIVC-1.0-05-004	Revisión: 01	Fecha: 01/11/2019	Página: 22 de 46

disposiciones de lugares de trabajo pobres, condiciones adversas del entorno, entrenamiento inadecuado, herramientas de diseño deficiente, etc. PSFs comunes internos son el alto estrés, un entorno social hostil, y la poca destreza.

- Todo lo que causa que se incrementen o decrezcan los niveles de rendimiento humano puede ser considerado como PSF y por tanto estar sujeto a un análisis y disminución usando las técnicas de FH. Esto es cierto inclusive para aquellos tópicos no tradicionales considerados dentro del alcance de los FH, como ser acoso sexual, abuso de sustancias, etc. No sólo un estudio ha demostrado que el estrés causado por tales factores emocionales puede incrementar la probabilidad de error en un factor de 2 a 5.


**Compatibilidad física.-** La gente viene de miles de formas, tamaños, y condiciones físicas. Los especialistas el FH han reconocido y estudiado esto. Esto da un vuelco cuando una idea aparentemente simple no sea nada simple cuando tenemos que considerar este rango de variación humana en el diseño de los implementos y lugares de trabajo. Los 3 elementos relacionados más estrechamente con el concepto de compatibilidad física son la antropometría, biomecánica, y fisiología de trabajo.

**Antropometría.-** El estudio de las dimensiones del cuerpo humano se conoce como antropometría. Muchos estudios antropométricos, generalmente conducidos por los militares, valores tabulados de varias dimensiones del cuerpo. Estos estudios típicamente han medido ciertos tipos de dimensiones del cuerpo de muchos individuos y luego generado los resultados en términos de género y “porcentaje” con cada género. Por ejemplo, un valor tabulado para la dimensión “altura de la vista de sentado” para un hombre en valor percentil 75 es interpretado para entender que el 75% de todos los hombres en la población tiene una “altura de la vista de sentado” inferior a este valor.

**Biomecánica.-** Las tareas de mantenimiento típicamente involucran el hacer algo al tiempo que se piensa en ello. Los trabajadores humanos usan varias partes del cuerpo para manipular los elementos del entorno de trabajo.

- La biomecánica trata sobre cuestiones de movimiento, sistemas de palancas, y fuerza. Desde una perspectiva de biomecánica, el cuerpo humano es una serie de vínculos (huesos) conectados en ciertos puntos (articulaciones) que permiten varios movimientos. Mientras que la biomecánica es un campo independiente de estudio, los especialistas en FH a menudo utilizan sus principios para analizar tareas de trabajo.

**Fisiología de trabajo.-** Las ciencias físicas definen al trabajo como la aplicación de una fuerza para moverse cierta distancia. La ciencia de la fisiología de trabajo estudia el tipo, cantidad, índice, y duración del consumo de energía de los trabajadores humanos. Así como la biomecánica, la fisiología del trabajo es una disciplina independiente. Los especialistas en FH emplean ciertos principios de la fisiología del trabajo para evaluar el entorno del trabajo físico y el diseño de los trabajos y tareas.

 <b>AERONÁUTICA CIVIL</b> UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL	<b>MANUAL</b>			
	<b>MANUAL DEL INSPECTOR DE AERONAVEGABILIDAD</b> <b>PARTE I - CAPÍTULO 6</b> <b>FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO</b>			
Principio de procedencia: 5103-194	Clave: GIVC-1.0-05-004	Revisión: 01	Fecha: 01/11/2019	Página: 23 de 46


- La gente varía con relación a la fortaleza con la que ellos llevan a cabo una tarea, también difieren en sus capacidades para realizar diferentes tipos de trabajo en horas extra. Muchos estudios han intentado describir el rango aceptable de utilización de energía en diferentes periodos de tiempo y diferentes entornos. Así como con otras variables físicas básicas, la habilidad de unos para realizar un trabajo es afectada por un sinnúmero de diferentes factores.

**Conducta estereotípica.-** Mientras que crecemos dentro de una cultura particular, aprendemos a hacer cosas de cierto modo, puesto que nosotros vemos que las cosas trabajan de una forma particular por largos periodos, nosotros desarrollamos expectativas que éstas siempre trabajarán de esa manera.

- Cuando queremos encender la luz desde el interruptor de la pared, nosotros lo movemos hacia arriba. Cuando vemos una luz o señal roja en una autopista, interpretamos como un requerimiento para parar o como signo de peligro. Estas asociaciones aprendidas son conocidas como estereotipos culturales. La conducta asociada con estereotipos culturales es conocida como conducta estereotípica.
- En FH la conducta estereotípica es importante. Cuando una tarea o control trabaja como se espera, eso “está en conformidad con un estereotipo.” Cuando no trabaja de esa manera, eso “viola el estereotipo.” Cuanto más una tarea o herramienta incorpora estereotipos, más fácil es de aprender. Puesto que ya hemos aprendido la conducta estereotípica, no la tenemos que aprender nuevamente.

**Estrés.-** Otro concepto aparentemente simple es el del estrés. A través de la experiencia, hemos aprendido que en ciertas condiciones o eventos nos causan estrés. Sin embargo, como la carga de trabajo, el estrés es un concepto difícil de cuantificar. También, como la carga de trabajo, el estrés usualmente se define en términos de sus efectos en el rendimiento. En el mundo de los FH, el estrés es una idea muy general. Muchos eventos o condiciones producen disminución medible en el rendimiento. A los eventos y condiciones que causan estrés se les conoce como estresantes (factores).

- Es importante el entender dos aspectos de los estresantes por sus efectos en su amplio rango y por sus efectos en los individuos. Los estresantes pueden ser físicos, ambientales, relacionados con las tareas, organizacionales, o psicológicos. Ejemplos de estresantes incluyen a lesiones, fatiga, calor, frío, presión de tiempo, carga de trabajo, conflictos de personalidad, problemas familiares, y abuso de sustancias. Apenas cualquier cosa que afecte nuestro modo de vida y trabajo puede actuar como estresante.
- Los efectos de los estresantes varían grandemente de una persona a otra. Una condición que causa un gran estrés en una persona, puede no causar efecto alguno en otra. Si un estresante en particular causa estrés, entonces algunas

 AERONÁUTICA CIVIL UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL	MANUAL			
	MANUAL DEL INSPECTOR DE AERONAVEGABILIDAD PARTE I - CAPÍTULO 6 FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO			
Principio de procedencia: 5103-194	Clave: GIVC-1.0-05-004	Revisión: 01	Fecha: 01/11/2019	Página: 24 de 46

veces puede ser predecible. Por ejemplo, la condición física general de una persona de buena forma puede predecir si los aeróbicos causarán un estrés indebido. Sin embargo, el estrés es a menudo un producto de un sinnúmero de factores que interactúan.


- Así como la carga de trabajo, el estrés es medido por sus efectos. Existen algunos efectos físicos objetivamente medibles del estrés, como la presión elevada, incremento de la transpiración, etc. Sin embargo, estos efectos no siempre acompañan al estrés. El estrés es deducido por una disminución en la ejecución de la tarea.
- En el entorno de mantenimiento de aviación, existen muchos estresantes identificables. La fatiga causada por el trabajo de noche y la presión de trabajo para devolver al servicio rentable en forma adecuada (aeronavegable) a una aeronave, son dos condiciones obvias casi seguras para causar estrés. En circunstancias estresantes, es muy importante que los trabajos, lugares de trabajo, horarios de trabajo, herramientas, instalaciones, y procedimientos incorporen los principios de factores humanos.

**Usabilidad.-** Los términos usable e intuitivo describen una característica deseable para un sistema, producto, o procedimiento. El concepto de usabilidad tiene muchas facetas, algunas de las cuales no son completamente entendidas o apreciadas. Existe una cantidad de definiciones de usabilidad. Para poner el concepto en términos prácticos, podemos considerar los componentes más importantes de usabilidad: compatibilidad, comprensibilidad, y efectividad.

- Como ejemplo, imaginemos que debemos evaluar la usabilidad de una tarjeta de trabajo diseñada para guiar la inspección de una rueda del tren delantero en una aeronave en particular. Asumamos también que la tarjeta tiene que ser leída a una distancia de un metro. La relación que se establece entre los tres componentes de usabilidad puede describirse de la siguiente forma:
  - a) Efectividad. El sistema cumple con el propósito para el que fue diseñado. Se ha efectuado el mantenimiento a la aeronave y está lista para operación;
  - b) comprensibilidad. Los usuarios entienden la terminología y saben que se espera que ellos hagan; y
  - c) compatibilidad. Los usuarios pueden ver, alcanzar y cambiar los componentes del sistema.

**Compatibilidad.-** se refiere al buen emparejamiento entre un producto y las habilidades perceptivas y físicas del usuario. Los usuarios tienen que poder ver el material que se debe leer, poder tocar las superficies que deben ser manipuladas, poder mover los ítems que tienen que ser físicamente transportadas, etc. En el caso del ejemplo, todos los gráficos y texto deben ser lo suficientemente grandes como para que se lea y entienda a



 <b>AERONÁUTICA CIVIL</b> UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL	MANUAL			
	<b>MANUAL DEL INSPECTOR DE AERONAVEGABILIDAD</b> <b>PARTE I - CAPÍTULO 6</b> <b>FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO</b>			
Principio de procedencia: 5103-194	Clave: GIVC-1.0-05-004	Revisión: 01	Fecha: 01/11/2019	Página: 25 de 46


una distancia de un metro. También, los colores deben proveer suficiente contraste para que sea legible bajo las condiciones de luz de la tarea.

**Comprensibilidad.-** una vez que nos hemos asegurado que el producto es compatible con las capacidades de su población de usuarios, el próximo paso es el de evaluar su comprensibilidad. Una tarjeta de trabajo puede ser perfectamente compatible, pero no comprensible. Las abreviaturas, palabras, gramática, y otros aspectos de la tarjeta de trabajo pueden no corresponder al entrenamiento y experiencia de la población. Imagínese una tarjeta de trabajo que contiene texto mal traducido en los términos de aviación. Incluso aun cuando esta tarjeta fuera perfectamente legible, los técnicos de mantenimiento de aeronaves probablemente no entenderían.

**Efectividad.-** El componente final de la usabilidad es la efectividad, es decir, la habilidad que tiene un producto o sistema para apoyar a los usuarios en las tareas de su trabajo. Esto es normalmente la única faceta de la usabilidad que interesa a los supervisores y jefes. Hasta que los otros componentes de usabilidad sean verificados, sin embargo, no es productivo analizar la efectividad. Por ejemplo, la tarjeta de trabajo en cuestión puede obviar un paso. Como un ejemplo extremo de falta de efectividad, la tarjeta de trabajo podría no incluir instrucciones para la inspección de la rueda del tren delantero, o ser diseñada para un tipo diferente de aeronave.

**Población de usuarios.-** En FH se intenta identificar a qué grupo, o grupos de personas será de uso un producto particular o sistema. Este grupo puede abarcar desde un pequeño número de gente altamente calificada, como los astronautas, hasta la población general de un país. El grupo de individuos que usarán el sistema es la población de usuarios para ese sistema.

- Es importante entender quién va a usar un producto ya que puede ser que tengamos que incluir algunos factores para acomodar a ciertos usuarios. Como un ejemplo extremo, si estamos diseñando (o evaluando) una pieza de equipamiento que será usado por los astronautas, no tendremos que preocuparnos, por lo menos por ahora, de considerar discapacidades físicas.
- También sabemos que todos los astronautas son altamente capacitados, de tal forma que podemos utilizar un lenguaje técnico. También podemos utilizar términos técnicos cuando nos dirigimos a supervisores y técnicos de mantenimiento de aeronaves.
- Un punto importante sobre las poblaciones de usuarios es que nosotros podemos diseñar un producto que realice exactamente la misma función para diferentes tipos de poblaciones de usuarios. Si las características de esas poblaciones de usuarios son lo suficientemente diferentes, tendríamos que diseñar dos productos completamente diferentes.


 <p>AERONÁUTICA CIVIL UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL</p>	MANUAL			
	<p>MANUAL DEL INSPECTOR DE AERONAVEGABILIDAD</p> <p>PARTE I - CAPÍTULO 6</p> <p>FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO</p>			
Principio de procedencia: 5103-194	Clave: GIVC-1.0-05-004	Revisión: 01	Fecha: 01/11/2019	Página: 26 de 46

**Vigilancia.-** Esta es una categoría de tareas que es tan frecuente que se les ha dado un nombre específico. Vigilancia. Las tareas de vigilancia han sido estudiadas por los investigadores de FH desde la Segunda Guerra Mundial. Las tareas de vigilancia involucran el monitoreo humano de una presentación visual o auditiva de un evento en particular. Generalmente, el evento que debe ser detectado es relativamente raro, es decir, el monitor humano no espera que pase eso muy a menudo.

- Ya en las investigaciones tempranas dentro de las tareas de vigilancia se encontró que el rendimiento en la detección de los operadores de radares militares disminuía muy rápidamente durante su “turno de vigilancia.” Investigaciones posteriores en una gran variedad de configuraciones diferentes se han tropezado mucho con el mismo fenómeno.
- Dentro de la primera media hora de haber empezado la tarea de vigilancia, el rendimiento de detección cae dramáticamente y nunca se recupera durante la vigilancia. Muchos otros factores como la fatiga causa que el rendimiento de la vigilancia disminuya más rápidamente y a un nivel más bajo.
- Las tareas de vigilancia son comunes dentro del área de mantenimiento. Cualquier tipo de trabajo de inspección repetitivo en el cual la probabilidad de encontrar un problema es baja, se puede calificar como tarea de vigilancia. Aun cuando se han descrito muchos métodos para ayudar a realizar estos trabajos de forma satisfactoria, es muy difícil el atenuar los efectos de pérdida de sensibilidad durante una vigilia.

**Carga de trabajo.-** Un concepto que ha motivado mucha investigación de FH relacionados con aviación es el de carga de trabajo o carga laboral. Mientras que la idea general de carga de trabajo puede ser aplicada a los aspectos físicos y mentales de las tareas de trabajo, la carga de trabajo mental usualmente recoge la mayor parte de nuestra atención.

- El concepto básico es que la gente tiene solo una cierta capacidad para realizar el trabajo mental. Si una tarea de trabajo, o un conjunto de tareas, excede la capacidad mental de una persona, entonces la carga de trabajo es excesiva y el rendimiento del trabajador cae.
- La necesidad para mantener la carga de trabajo mental en niveles aceptables es a menudo asociada con tripulaciones de vuelo, especialmente en situaciones de combate. La NASA inclusive ha desarrollado una escala escrita para evaluar el riesgo de mucha carga de trabajo en cabinas de comando. Aun cuando muchas teorías han adelantado para explicar los efectos de la carga de trabajo, no hay claridad en que la comunidad de investigación de FH haya elaborado una definición común y objetiva de carga de trabajo.

 <b>AERONÁUTICA CIVIL</b> UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL	<b>MANUAL</b>			
	<b>MANUAL DEL INSPECTOR DE AERONAVEGABILIDAD</b> <b>PARTE I - CAPÍTULO 6</b> <b>FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO</b>			
Principio de procedencia: 5103-194	Clave: GIVC-1.0-05-004	Revisión: 01	Fecha: 01/11/2019	Página: 27 de 46


- Ya que la carga de trabajo no es directamente mensurable, las investigaciones en esta área se apoyan en la evidencia indirecta que una carga de trabajo se aproxima a los niveles máximos. Esta evidencia usualmente toma la forma de deterioro en el rendimiento de ciertas tareas. El problema con este enfoque es que nunca está claro si es la carga de trabajo o algún otro efecto que causa una caída del rendimiento.
- Independientemente de las deficiencias de las investigaciones en esta área, es claro que los humanos tienen una limitada capacidad para realizar trabajos físicos y mentales. Estos límites se aplican a todas las áreas de trabajo, incluyendo el mantenimiento de aviación.
- También está claro que la gente desarrolla ciertos mecanismos de defensa para lidiar con una gran carga de trabajo. Nos enfrentamos a eso eliminando todo, excepto las cosas que pensamos son las más urgentes o la información o tareas importantes. El problema obvio con esta estrategia de choque es que un técnico o inspector sobrecargado podría eliminar un paso importante o fallar al identificar un problema.

## **8. SISTEMA DE GESTION INTEGRAL DE CALIDAD Y FACTORES HUMANOS**

En cualquier organización un sistema integral de calidad puede ser establecido para mejorar los procesos, productos y servicios que la organización crea y produce. Donde las regulaciones requieren un sistema integral de calidad, generalmente lo requieren “independiente”. Por lo tanto, el sistema integral de calidad es independiente de cualquier programa de FH y viceversa. Un sistema integral de calidad es una opción en lugar de un “sistema de inspección” para “asegurar que todo el mantenimiento es realizado apropiadamente” en un taller aeronáutico de reparaciones. (OACI, Anexo 6, Parte I, 8.7.3.2).

Generalmente un sistema integral de calidad tiene que agrupar dentro de su estructura, dos partes – sistema de calidad y aseguramiento de la calidad – lo que puede describirse como sigue:

- a) El sistema integral de calidad debe dentro de su estructura, asegurar el cumplimiento de todos los requerimientos aplicables de la aerolínea y autoridad. Mediante el cumplimiento de estos requerimientos se minimiza las no-conformidades y de esa manera se logra mantener la precisión en todo el trabajo efectuado; por tanto, las operaciones de la aerolínea serán más seguras, más eficientes, y rentables. Un sistema de calidad debe ser asegurado en calidad; y
- b) “otro de los aspectos de un Sistema Integral de calidad que es el aseguramiento de la calidad, es proporcionado cuando un cuerpo independiente se establece,

 <b>AERONÁUTICA CIVIL</b> UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL	<b>MANUAL</b>			
	<b>MANUAL DEL INSPECTOR DE AERONAVEGABILIDAD</b> <b>PARTE I - CAPÍTULO 6</b> <b>FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO</b>			
Principio de procedencia: 5103-194	Clave: GIVC-1.0-05-004	Revisión: 01	Fecha: 01/11/2019	Página: 28 de 46

separado de la entidad, para el monitoreo y reporte de acuerdo con un programa de aseguramiento de la calidad definido. En términos prácticos, el aseguramiento de la calidad resulta de un chequeo sistemático de que todos los elementos del sistema de calidad son aplicados cuando son requeridos por la organización.”

## **SECCIÓN 2. PROGRAMAS DE FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO**

### **1. ALCANCE Y UBICACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO**

Los PFHMA son desarrollados para realizar cambios dentro de un sistema. Ya sea que un programa es realizado para reducir el error humano, disminuir los traumas acumulativos, incrementar la conciencia, o mejorar la eficiencia, éste debe ser amplio en su objetivo.

Los sistemas son dinámicos por naturaleza. Cuando se efectúa un cambio, inclusive uno pequeño, este tiene un efecto en el sistema entero. Por ejemplo, una forma de reducir la probabilidad del error humano en una tarea determinada es el entrenar a la gente involucrada de cierta manera. Otras formas para disminuir la probabilidad del error pueden ser:

a) Aspectos de la tarea:

- 1) Los elementos de la tarea;
- 2) la motivación para hacer la tarea;
- 3) la cantidad de personas para hacer la tarea;
- 4) las actitudes que toman las personas al realizar la tarea;
- 5) la cantidad de tiempo para hacer la tarea; y
- 6) dónde se lleva a cabo la tarea.


b) entrenamiento;

- 1) Que se centre en la concientización de seguridad; y
- 2) que mejore la práctica y destreza para fortalecer la cultura MRM.

c) oportunidad para discutir los errores en un entorno no punitivo, dirigido a la habilidad de reconocer, aislar y corregir los errores antes que estos ocurran.

Si un programa se utiliza solo para centrarse en el entrenamiento, diseño del puesto de trabajo, ingeniería industrial, o biomecánica, se perderá la oportunidad de mejorar el sistema de mantenimiento en su integridad. Un programa efectivo debe tomar en consideración varias sub-especialidades dentro de la disciplina de FH.

**Compromiso y soporte corporativo.-**

 <p>AERONÁUTICA CIVIL UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL</p>	MANUAL			
	<p>MANUAL DEL INSPECTOR DE AERONAVEGABILIDAD</p> <p>PARTE I - CAPÍTULO 6</p> <p>FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO</p>			
Principio de procedencia: 5103-194	Clave: GIVC-1.0-05-004	Revisión: 01	Fecha: 01/11/2019	Página: 29 de 46

Descripción y propósitos de un Programa de Factores Humanos en Mantenimiento de Aviación - PFHMA.- El concepto y propósito de un PFHMA es el de identificar, educar, y aplicar los fundamentos modernos de prevención de accidentes a través de procesos sistemáticos en un esfuerzo por proteger a la gente, equipamiento, propiedad, y el medio ambiente.

Un minucioso PFHMA proporciona un programa de educación en prevención activa, continua, que sistemáticamente revisa las interfases de hombre, máquina, misión, y administración. El proceso de aprendizaje continuo incluye el reconocimiento y estudio de las relaciones causales múltiples que rodean los accidentes pasados potenciales, incidentes, daños, y muertes con el propósito de proveer una estrategia de prevención, en vez de un programa de revisión después del hecho.

Beneficios de un PFHMA.- Un PFHMA innovador proveerá a la organización el marco para excluir o reducir la posibilidad de pérdidas asociadas con accidentes en el puesto de trabajo, incidentes, daños y muertes. También proveerá a la administración la retroalimentación necesaria para poner a la fuerza laboral en una situación propicia para futuro crecimiento y mejora del rendimiento.

Al identificar los elementos que afectan el rendimiento humano y los obstáculos para mejorar, la administración estará mejor armada para una planificación estratégica. También, cuando la fuerza laboral reconoce los esfuerzos de la organización para quitar los peligros, educar y valorar la seguridad, ocurrirá un incremento natural en el profesionalismo, rendimiento y la moral. Además, el público usuario valorará la contribución a la industria y el reconocimiento por las iniciativas en seguridad.


El soporte requerido.- El soporte de la administración es clave para un PFHMA. Los principios de FH necesitan ser identificados, entendidos, educados, aplicados y escritos dentro de las políticas de la administración. En resumen, esto debe llegar a ser parte de la cultura de la compañía empezando del compromiso de la alta gerencia. La administración debe tener un adoctrinamiento detallado en lo que significa FH en MA y un entendimiento total de que la administración es clave para el éxito del programa.

### **Compromiso y soporte del personal.-**

Descripción y propósito.- Un elemento vital de cualquier PFHMA es la cooperación administración / personal. La calidad del mantenimiento realizado en una aeronave mejora la seguridad de vuelo, y sí la calidad resulta de esfuerzos positivos en cooperación, entonces corresponde a todas las partes el realizar este esfuerzo. Actitudes positivas producen resultados positivos.

Un enfoque de plena colaboración sobre el diseño y desarrollo de un PFHMA resultará en numerosos beneficios.

Los beneficios de los empleados de un PFHMA.- El compromiso del personal hacia el éxito de un PFHMA efectivo producirá numerosos beneficios, incluidos, pero no limitados a:

 <b>AERONÁUTICA CIVIL</b> UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL	<b>MANUAL</b>			
	<b>MANUAL DEL INSPECTOR DE AERONAVEGABILIDAD</b> <b>PARTE I - CAPÍTULO 6</b> <b>FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO</b>			
Principio de procedencia: 5103-194	Clave: GIVC-1.0-05-004	Revisión: 01	Fecha: 01/11/2019	Página: 30 de 46

- a) Seguridad incrementada;
- b) reducción del error;
- c) mejoras en el trabajo en equipo;
- d) desarrollo de una comunicación positiva y asertiva entre todas las partes; y
- e) efectividad del mantenimiento.

El apoyo requerido del personal de mantenimiento.- Así como a todo nivel de la gerencia se debe llegar a un compromiso y soporte total, también la fuerza laboral debe proporcionar su completo apoyo. Muchos programas cooperativos actualmente en vigencia dentro de la industria de aviación han demostrado que existe una riqueza de información y conocimiento todavía no utilizados dentro de la fuerza laboral. El apoyo de este grupo es factor clave y vital para el éxito del programa.

Se debe formar grupos de trabajo de la unión gerencia / fuerza laboral, para desarrollar y mantener un PFHMA de manera de tratar los métodos para reducir el error humano en el puesto de trabajo.


Educación de los elementos del programa.- Un error muy común que se encuentra durante el diseño, desarrollo, e implementación de programas de cambio, es la falla en la comunicación de estos cambios al personal de mantenimiento. El proceso de comunicación debe comenzar ya durante la etapa de diseño y desarrollo del programa. Toda la información que se proporcione debe indicar claramente que los representantes de gerencia y del personal de mantenimiento, en todos los niveles, están plenamente apoyando este esfuerzo. Las comunicaciones deberían canalizar información desde el personal de mantenimiento a sus representantes.

Ubicación de los PFHMA.- Los especialistas de FH llevan a cabo su trabajo interactuando entre muchos departamentos dentro de la organización. Por ejemplo, trabajan con el departamento de seguridad con respecto a los daños ocupacionales, con el departamento de entrenamiento sobre proyectos de desarrollo de cursos, y con aseguramiento de la calidad, o con mantenimiento en base o línea y sus operaciones de soporte, para trabajar en programas que permitan reducir el error humano.

La misma naturaleza de los PFHMA hace difícil incluirlo dentro de un solo departamento. El propósito de este material de referencia es de dar ejemplos de ubicaciones donde los PFHMA son ubicados en las diferentes organizaciones de mantenimiento de aviación, y no es el de dictaminar la única mejor forma.

Una investigación reciente de Boeing, de los datos de sus clientes relacionados con FH, muestra que las funciones de los FH están distribuidas dentro de una organización de mantenimiento de la siguiente forma:

- a) Aseguramiento de Calidad/control de calidad 58%
- b) control de mantenimiento 30%

 <b>AERONÁUTICA CIVIL</b> UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL	<b>MANUAL</b>			
	<b>MANUAL DEL INSPECTOR DE AERONAVEGABILIDAD</b> <b>PARTE I - CAPÍTULO 6</b> <b>FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO</b>			
Principio de procedencia: 5103-194	Clave: GIVC-1.0-05-004	Revisión: 01	Fecha: 01/11/2019	Página: 31 de 46

c) otros departamentos 12%


Ambos: Control de mantenimiento y aseguramiento de la calidad / control de calidad, son típicamente organizaciones de soporte. El beneficio del PFH que está en una organización de soporte es que ésta puede servir como un consultor interno para muchos departamentos dentro de la compañía sin ser influenciados por la cultura organizacional específica de esos departamentos.

La ubicación de un PFHMA como iniciativa dentro de cualquier organización de mantenimiento debe ser considerada, inclusive debatida, en detalle por la organización. Antes que un programa sea iniciado, se debe definir una meta clara, y diseñar el programa de tal forma que se pueda alcanzar esa meta.

Es más fácil de entender la meta del programa si está manifestada específicamente, por ejemplo, para reducir el error en mantenimiento, para mejorar los procesos de comunicación en mantenimiento en línea. El concentrarse solo en la “concientización” es subestimar un programa desde el comienzo.

Un modelo general sugerido para la implementación de un PFHMA debe dirigirse a lo siguiente:

- a) Una declaración de la meta del programa;
- b) el alcance del esfuerzo, es decir, qué departamentos serán afectados por el programa, y por cuanto tiempo;
- c) cuáles serán las herramientas del programa, por ejemplo, los procesos de reducción del error, cursos de entrenamiento para concientización, auditoría de ergonomía, etc;
- d) qué departamento, función, o persona como punto focal tendrá a su cargo la vigilancia administrativa del programa;
- e) plazos de tiempo para la implementación;
- f) métodos de evaluación de programas, por ejemplo, investigaciones, auditorías operacionales, indicadores de rendimiento de áreas, etc;
- g) retroalimentación sistemática a los grupos de trabajo afectados para ilustrar los efectos positivos; y
- h) cursos de entrenamiento o seminarios recurrentes.

 AERONÁUTICA CIVIL UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL	MANUAL			
	MANUAL DEL INSPECTOR DE AERONAVEGABILIDAD PARTE I - CAPÍTULO 6 FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO			
Principio de procedencia: 5103-194	Clave: GIVC-1.0-05-004	Revisión: 01	Fecha: 01/11/2019	Página: 32 de 46

## 2. ELEMENTOS DE UN PROGRAMA DE FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO.

Este punto provee una descripción general de los diferentes elementos de un PFH y explica las opciones de cómo estos pueden interactuar.

Una vez que el compromiso por parte de la gerencia y del personal de mantenimiento ha sido establecido, existen varios elementos a considerar al tiempo de establecer un PFH. Los elementos básicos son el entrenamiento, gestión del error, y ergonomía. Cada uno de estos elementos puede ser conectado con los otros dos, y para conseguir el mayor beneficio de un PFH, cada uno de estos elementos debe ser incorporado eventualmente.

**Entrenamiento de FH en mantenimiento – EFHM.-** El EFHM puede abarcar el entrenamiento de concientización, entrenamiento técnico y en comunicación y trabajo en grupo (incluyendo, por ejemplo, toma de decisión, asertividad, y administración de conflicto) así como entrenamiento específico de FH dirigido a áreas que necesitan mejoras.

Una organización puede querer comenzar su PFH con un curso de capacitación en FH para todo su personal de mantenimiento e ingeniería. Éste curso debería familiarizar a los participantes con los principios básicos de FH y cómo éstos influyen en el rendimiento del trabajo. Existen muchos seminarios de entrenamiento disponibles comercialmente, y muchas organizaciones han elaborado sus programas de entrenamiento de concientización con la ayuda de los especialistas en FH en la industria.

**MRM – Maintenance Resource Management.-** El entrenamiento en gestión de recursos en mantenimiento es similar a la gestión de recursos de la tripulación – CRM (Crew Resource Management), para personal de operaciones de vuelo. El entrenamiento MRM incluye tópicos tales como técnicas de comunicación, formación de equipos, desarrollo de asertividad, administración de la carga de trabajo, toma de decisiones, y percepción situacional.


Este entrenamiento debería ser más práctico que el entrenamiento de concientización, con mayor participación en ejercicios y ejemplos incluyendo estudios de casos externos, y estudios internos o individuales.

Una vez que los datos de la investigación del error de mantenimiento identifican las áreas específicas relacionadas con FH que necesitan mejora, se debe realizar un entrenamiento más enfocado a esas áreas. Un ejemplo de esto podría ser el entrenamiento de cómo llevar a cabo los procedimientos del cambio de turno. Una vez que el entrenamiento específico se ha completado, se pueden usar auditorías para determinar su efectividad.

**Gestión del error de mantenimiento.-** Como punto central en el PFHMA está un proceso de gestión del error que incluye los elementos proactivos y reactivos.

El elemento reactivo incluye el reporte del error, y la investigación estructurada del percance. Este elemento debería intentar identificar los factores causales conectados con el percance y recomendar soluciones sistémicas.



 <b>AERONÁUTICA CIVIL</b> UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL	MANUAL			
	<b>MANUAL DEL INSPECTOR DE AERONAVEGABILIDAD</b> <b>PARTE I - CAPÍTULO 6</b> <b>FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO</b>			
Principio de procedencia: 5103-194	Clave: GIVC-1.0-05-004	Revisión: 01	Fecha: 01/11/2019	Página: 33 de 46

El elemento proactivo incluye la toma de decisiones y los procesos de gestión de conflictos para detectar errores y prevenirlos en tiempo real. La detección del error y el proceso de detección deben ser de tal forma que sea simple de implementar y consistente al tiempo de aplicación. Ambos procesos, reactivo y proactivo, deben ser tales que cada uno sea usado como una oportunidad para solucionar problemas sistémicos y no para castigar a un individuo en particular (ver programa MEDA). Para tener éxito con cualquiera de estos elementos, se necesita confianza de todas las partes.

El proceso de investigación y reporte del error de mantenimiento, cuando es aplicado en este sentido, producirá datos con respecto al tipo de errores cometidos por el personal de mantenimiento así como los tipos de errores que predominan en el sistema.


Una vez que la organización ha empezado a evaluar los datos para analizar los factores contribuyentes, es muy importante implementar estrategias de prevención y/o intervención para evitar que los errores y eventos se repitan. Las intervenciones pueden estar basadas en el análisis de datos para solo un evento y error, o intervenciones más globales pueden ser desarrolladas basados en el análisis de los datos entre varios eventos y errores. Un ejemplo de una intervención basada en un evento podría ser una revisión a una cartilla de trabajo. Un ejemplo de una intervención más global basada en el análisis de varios eventos podría ser el entrenamiento técnico adicional sobre un sistema de una aeronave específica para un departamento entero.

El CAP – Concept Alignment Process, es un proceso de gestión de error proactivo consistente con los conceptos MRM, y uno que ha sido empleado para prevenir percances; en sí el CAP es un proceso de uniformidad de conceptos. Este es un proceso simple que puede ser usado para resolver inconsistencias en el conocimiento que se posee entre los individuos, departamentos, e inclusive organizaciones. Seis pasos ilustran un proceso simple de seguir para resolver las diferencias en el conocimiento, y minimizar la probabilidad de que vuelvan a suceder diferencias similares.

Un concepto es definido como el conocimiento o información expresada por una persona o grupo, el cual es, o afirmado, o cuestionado por otro. Si una diferencia de los puntos de vista se manifiesta, es responsabilidad de esa persona o equipo el buscar una validación de los conceptos por una tercera parte, como fuente independiente. Si un concepto se puede validar y el otro no, el concepto validado se convierte en el concepto vigente.


Si ambos se pueden validar, la elección de cuál de los dos se convierte en el concepto vigente dependerá del técnico más antiguo, de quien típicamente se espera que escoja el curso de acción más conservativo y más seguro. A menudo al usar el CAP, los mecánicos, gerencia, y tripulación de vuelo investigarán la causa de la diferencia en los conceptos y recomendarán cambios apropiados. Muchos cambios se han hecho en las políticas y procedimientos operativos, manuales de mantenimiento, y en otra documentación con resultado directo de este proceso.

**Ergonomía.-** Para un PFHMA sea completo, se debe utilizar la ciencia aplicada que tiene el objetivo de adaptar el trabajo, o las condiciones de trabajo para mejorar el rendimiento del trabajador (principios de ergonomía) e incorporarla dentro del entorno de trabajo de

 <b>AERONÁUTICA CIVIL</b> UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL	<b>MANUAL</b>			
	<b>MANUAL DEL INSPECTOR DE AERONAVEGABILIDAD</b> <b>PARTE I - CAPÍTULO 6</b> <b>FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO</b>			
Principio de procedencia: 5103-194	Clave: GIVC-1.0-05-004	Revisión: 01	Fecha: 01/11/2019	Página: 34 de 46

mantenimiento. Primero, las auditorías de ergonomía deben ser llevadas a cabo para determinar que oportunidades existen para realizar mejoras en este entorno de trabajo. Luego, se deben realizar las mejoras y monitorear el impacto.

Interacción de los elementos del programa.- El diagrama de bloques de la figura 5, muestra cómo los elementos básicos de los que se ha hablado, se pueden interactuar entre sí dentro de un taller aeronáutico de reparaciones. Este diagrama no intenta ser la única explicación de cómo los programas pueden interactuar. Por ejemplo, algunos talleres han empleado sus propios resultados de investigaciones de errores en mantenimiento como parte de su entrenamiento de concientización. También, el hecho de recibir primero el entrenamiento de concientización en FH, puede ayudar al personal de mantenimiento asignado para llegar a ser investigadores de errores más competentes.

 <b>AERONÁUTICA CIVIL</b> UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL	MANUAL			
	<b>MANUAL DEL INSPECTOR DE AERONAVEGABILIDAD</b> <b>PARTE I - CAPÍTULO 6</b> <b>FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO</b>			
Principio de procedencia: 5103-194	Clave: GIVC-1.0-05-004	Revisión: 01	Fecha: 01/11/2019	Página: 35 de 46

### 3. MAINTENANCE ERROR DECISION AID (MEDA)

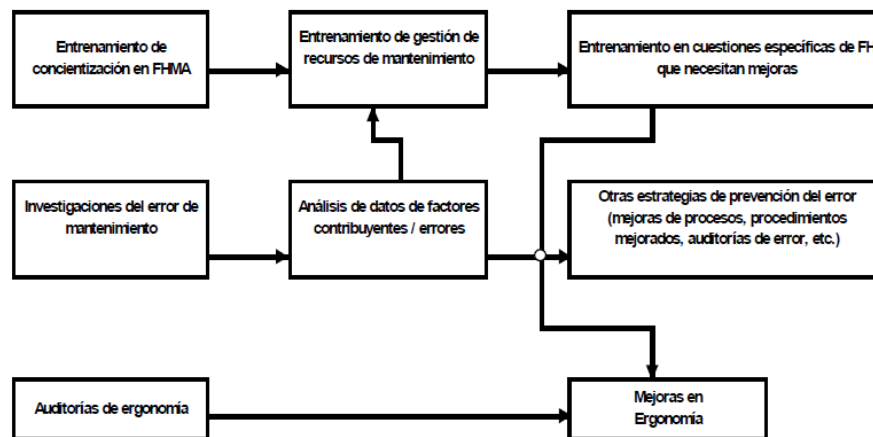



Figura 4. Interacción de los elementos del programa de FH

Los errores de mantenimiento cuestan al explotador de aviones comerciales millones de dólares cada año en las reparaciones y pérdidas, y presentan aspectos potenciales de seguridad. Por ejemplo, estudios indican que por lo menos el 20 % de todos los apagados de motor en vuelo y hasta el cincuenta por ciento (50%) de todas las demoras y cancelaciones de vuelos por problemas relacionados con los motores pueden ser por causas de errores de mantenimiento.

En respuesta, Boeing ha desarrollado el proceso MEDA para ayudar a las organizaciones de mantenimiento a identificar por qué estos errores ocurren y cómo prevenirlos en el futuro. Una implementación exitosa del MEDA requiere de una comprensión de lo siguiente:

- a) La filosofía MEDA;
- b) el proceso MEDA;
- c) resolución a nivel directoral;
- d) implementación del MEDA; y
- e) los beneficios del MEDA.

Los esfuerzos tradicionales para investigar errores a menudo están dirigidos a identificar al empleado que cometió el error. El resultado usual es que el empleado se comporta en acción reactiva y es sujeto a una combinación de acciones disciplinarias y entrenamiento recurrente (el cual es en realidad un reentrenamiento). Ya que el reentrenamiento muchas veces incrementa muy poco o nada a lo que el empleado sabe, esta solución puede ser poco efectiva en la prevención de errores futuros.

 <b>AERONÁUTICA CIVIL</b> UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL	MANUAL			
	<b>MANUAL DEL INSPECTOR DE AERONAVEGABILIDAD</b> <b>PARTE I - CAPÍTULO 6</b> <b>FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO</b>			
Principio de procedencia: 5103-194	Clave: GIVC-1.0-05-004	Revisión: 01	Fecha: 01/11/2019	Página: 36 de 46

Además, al tiempo que se identifica al empleado, la información sobre los factores que contribuyeron al error se ha perdido. Debido a que estos factores no cambian, es probable que ocurra otra vez el mismo error, estableciendo lo que se conoce como el ciclo constante en movimiento de “acusar y entrenar.”

Para romper este ciclo, los investigadores MEDA de la organización de mantenimiento aprenden a buscar los factores que contribuyen al error, y no así al empleado que cometió el error. La filosofía MEDA se basa en esos principios:


- a) Intenciones positivas de los empleados (los técnicos de mantenimiento de aeronaves quieren realizar el trabajo de la mejor forma posible, y no cometen los errores de forma intencional;
- b) la contribución de múltiples factores (una serie de factores contribuye a un error); y
- c) maniobrabilidad de errores (la mayoría de los factores que contribuyen a un error pueden ser manejados);

Intenciones positivas del empleado.- Este principio es fundamental para una investigación exitosa. Las investigaciones tradicionales de “culpar y entrenar”, asumen que los errores resultan de descuidos o incompetencia individual. Empezar en lugar de eso de asumir que, inclusive los empleados más cuidadosos pueden cometer errores, los investigadores pueden ganar una participación activa de los técnicos cercanos al error.

Cuando los técnicos de mantenimiento de aeronaves sienten que su competencia no está cuestionada y que sus contribuciones no serán usadas en acciones disciplinarias en contra de ellos mismos o de sus colegas, ellos voluntariamente trabajarán en equipo con los investigadores para identificar los factores que contribuyen al error y sugerir soluciones. Siguiendo este principio, los operadores pueden reemplazar el famoso patrón “culpar y entrenar” por una práctica positiva de “culpar al proceso, no a la persona.”

Contribución de múltiples factores.- Los técnicos de mantenimiento de aeronaves que realizan las tareas de mantenimiento, como tarea diaria, están muy al tanto de los factores que pueden contribuir al error. Esto incluye información que es difícil de entender, como ser cartillas de trabajo, o manuales de mantenimiento; iluminación inadecuada; mala comunicación entre turnos de trabajo; y diseño de aeronaves. Los técnicos de mantenimiento de aeronaves pueden inclusive tener sus propias estrategias para sobrellevar estos factores. Uno de los objetivos de la investigación es el de descubrir estas estrategias exitosas y de compartirlas con toda la organización.

Maniobrabilidad de los errores.- La intervención activa de los técnicos de mantenimiento de aeronaves cercanos al error refleja el principio del MEDA que asegura que la mayoría de los factores que contribuyen a un error pueden ser manejados. Los procesos pueden ser cambiados, mejorados o corregidos, las instalaciones mejoradas, y las buenas prácticas compartidas. Ya que el error a menudo resulta de una serie de factores contribuyentes, el corregir o remover solo uno o dos de estos factores a menudo puede prevenir que el error se repita.

 <b>AERONÁUTICA CIVIL</b> UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL	<b>MANUAL</b>			
	<b>MANUAL DEL INSPECTOR DE AERONAVEGABILIDAD</b> <b>PARTE I - CAPÍTULO 6</b> <b>FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO</b>			
Principio de procedencia: 5103-194	Clave: GIVC-1.0-05-004	Revisión: 01	Fecha: 01/11/2019	Página: 37 de 46

Para ayudar a los talleres a lograr ambos objetivos: de identificar los factores que contribuyen a los errores existentes, y el de evitar errores futuros, Boeing trabajó en conjunto con operadores, uniones sindicales de trabajadores de mantenimiento, y la FAA. El resultado fue un proceso básico de cinco pasos para que sigan los operadores (vea la figura 1 para el flujo del proceso):

- a) Evento;
- b) decisión;
- c) investigación;
- d) estrategias de prevención; y
- e) retroalimentación.

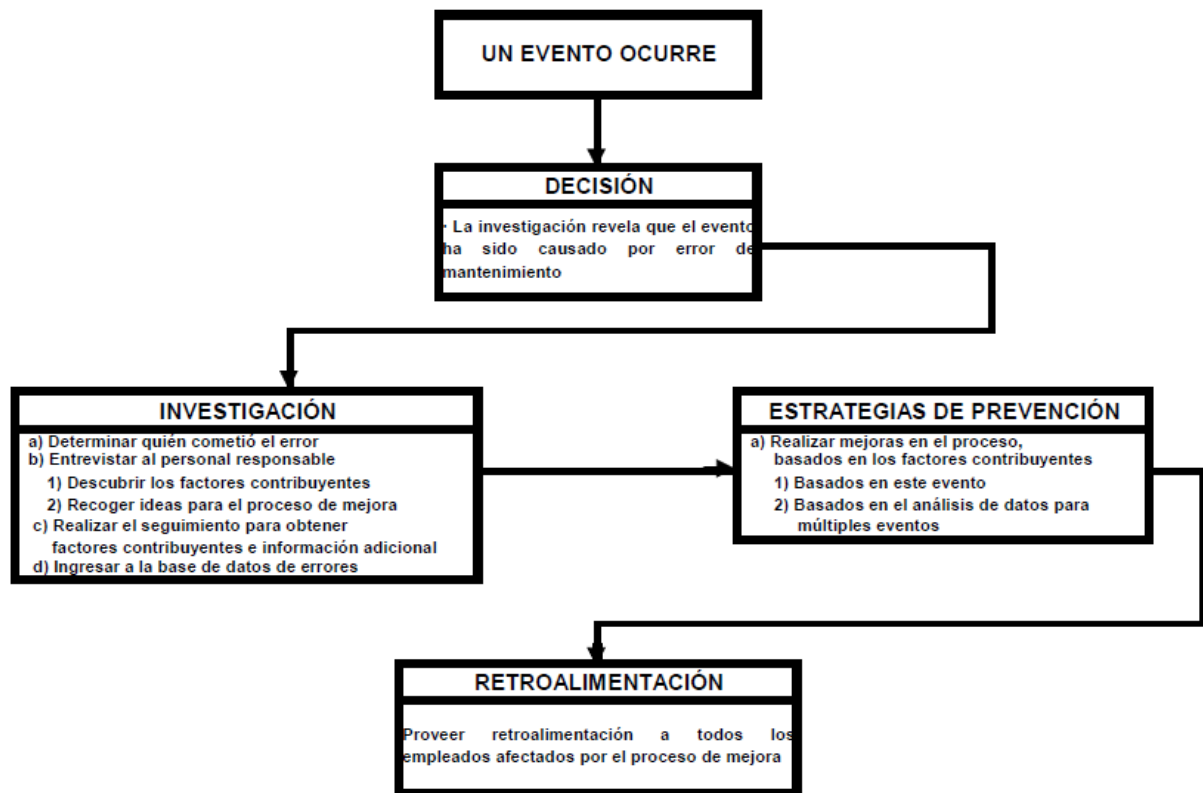



Figura 5. Flujo de proceso

A La definición de los términos que se indican en la figura 4 relacionada con el flujo del proceso es la siguiente:

 <b>AERONÁUTICA CIVIL</b> UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL	MANUAL			
	<b>MANUAL DEL INSPECTOR DE AERONAVEGABILIDAD</b> <b>PARTE I - CAPÍTULO 6</b> <b>FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO</b>			
Principio de procedencia: 5103-194	Clave: GIVC-1.0-05-004	Revisión: 01	Fecha: 01/11/2019	Página: 38 de 46

a) Evento.- Un evento ocurre, retorno por mantenimiento. Es la responsabilidad del taller de seleccionar los eventos que causan el error que serán investigados;

b) decisión.- Después de fijar el problema y retornar al servicio a la aeronave, el operador toma la decisión: ¿El evento estaba relacionado con mantenimiento? Si es así, el operador lleva a cabo la investigación;

c) investigación.- Usando los formularios de resultados MEDA, el operador lleva a cabo una investigación. El investigador entrenado usa el formulario para registrar información general sobre la aeronave, cuando ocurrió el mantenimiento y el evento, el evento que inició la investigación, el error que causó el evento, los factores que contribuyeron al error, y una lista de posibles estrategias de prevención;

d) estrategias de prevención.- El operador revisa, prioriza, implementa, y luego sigue estrategias de prevención (mejoras del proceso) para evitar o reducir la probabilidad de errores similares en el futuro; y

e) retroalimentación.- El operador provee una retroalimentación al área de mantenimiento de tal forma que los técnicos de mantenimiento de aeronaves sepan que cambios han sido hechos en el sistema de mantenimiento como resultado de todo este proceso. El operador es responsable de afirmar la efectividad de la participación de los empleados y de validar su contribución al proceso al compartir los resultados de la investigación con ellos.

La determinación de la gerencia en la operación de mantenimiento es clave para una implementación exitosa del MEDA. Específicamente, después de completar un programa con soporte MEDA, los gerentes deben asumir la responsabilidad para las siguientes actividades antes de empezar con las investigaciones.

a) Designar un responsable a cargo del MEDA y asignar una organización focal;


b) decidir qué eventos iniciarán las investigaciones;

c) establecer un plan para conducir y seguir las investigaciones;

d) ensamblar un equipo para decidir que estrategias de prevención implementar; y

e) Informar a las áreas de mantenimiento e ingeniería sobre el MEDA antes de su implementación.

MEDA es un compromiso a largo plazo, en vez de un arreglo rápido. Los operadores nuevos en el proceso son susceptibles al “síndrome de carga de trabajo normal.” Esto ocurre cuando el entusiasmo generado por un entrenamiento inicial de equipos de investigación ha disminuido y las primeras investigaciones han sido completadas. En adición a la expectativa de que ellos continuarán usando el MEDA, los investigadores recientemente entrenados esperan mantener sus responsabilidades y cargas de trabajo normales. La gerencia puede mantener a todos los niveles el compromiso continuo requerido para proporcionar un seguimiento sistemático de los hallazgos del MEDA, la visibilidad del error y las tendencias de mejora.

 <b>AERONÁUTICA CIVIL</b> UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL	<b>MANUAL</b>			
	<b>MANUAL DEL INSPECTOR DE AERONAVEGABILIDAD</b> <b>PARTE I - CAPÍTULO 6</b> <b>FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO</b>			
Principio de procedencia: 5103-194	Clave: GIVC-1.0-05-004	Revisión: 01	Fecha: 01/11/2019	Página: 39 de 46


Muchos operadores han decidido usar el MEDA inicialmente para investigaciones de eventos serios, muy notorios, como apagados de motor en vuelo, y retornos por mantenimiento. Es fácil seguir los resultados de dichas investigaciones, y la “devolución” potencial es muy notable.

Aunque parezca extraño, un evento muy notorio puede no ser la mejor oportunidad para investigar errores. La atención de la alta gerencia de los operadores y las autoridades regulatorias pueden ser intimidantes para los que están involucrados en el proceso. Además, la intensidad de la investigación a alto nivel puede generar demasiados factores contribuyentes posibles para permitir una investigación bien definida del evento.

Se recomienda que los operadores vean el potencial más amplio para mejorar mediante el uso del MEDA para seguir los efectos acumulativos de errores menos notorios. Proporcionando a la gerencia una visión de los errores más frecuentes que ocurren, a la larga producen mejoras profundas al interrumpir la serie de factores contribuyentes. MEDA es un ejemplo de una herramienta de medición capaz de identificar los factores que producen accidentes antes de que se combinen las causas de un mal evento.

Las aerolíneas que participan en el proceso MEDA han reportado muchos beneficios, incluyendo las siguientes mejoras:

- a) Una reducción del 16% en retrasos por mantenimiento;
- b) procedimientos de mantenimiento y procesos de trabajo de aerolíneas revisados y mejorados;
- c) una reducción del daño en una aeronave a través de mejoras en los procedimientos de rodaje y uso de audífonos;
- d) cambios en la cultura disciplinaria de operaciones;
- e) eliminación de errores en los servicios de motores mediante la compra de la herramienta especial, para remover filtros, que no estaba disponible anteriormente cuando el servicio había sido realizado;
- f) mejoras en la planificación de la carga de trabajo de mantenimiento en línea; y
- g) un programa para reducir accidentes y daños en el trabajo basados en los formularios de resultados MEDA y métodos de investigación.

 <b>AERONÁUTICA CIVIL</b> UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL	<b>MANUAL</b>			
	<b>MANUAL DEL INSPECTOR DE AERONAVEGABILIDAD</b> <b>PARTE I - CAPÍTULO 6</b> <b>FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO</b>			
Principio de procedencia: 5103-194	Clave: GIVC-1.0-05-004	Revisión: 01	Fecha: 01/11/2019	Página: 40 de 46

Maintenance error de decisión (MEDA)
<p><u>Primera idea.</u>- Que ninguna aerolínea puede tener una operación de mantenimiento segura si no existe una comunicación efectiva. Esto debe ser a todos los niveles dentro de la organización. Es también esencial que la aerolínea se comunique con la comunidad exterior en asuntos de seguridad en la aviación.</p> <p><u>Segunda idea.</u>- Que el técnico aeronáutico es más importante para el éxito de la operación de mantenimiento de lo que generalmente se reconoce. La personalidad y las necesidades del técnico deben ser compartidas para lograr una mejora real en la seguridad.</p> <p><u>Tercera idea.</u>- Que la seguridad es responsabilidad de todos. Se analiza el papel de cada persona en la organización típica de mantenimiento. Se resalta la responsabilidad de cada persona por la seguridad, mostrando tanto los efectos positivos como negativos que cada persona puede tener sobre la seguridad en la organización.</p> <p><u>Cuarta idea.</u>- Que no se operan aerolíneas en un medio ambiente estático. Al cambiar las condiciones o al cambiar los específicos operacionales, debemos analizar continuamente el programa de seguridad y mantenerlo al día con las realidades de nuestro mundo. Se incluyen las obligaciones legales y morales de la aerolínea con respecto a la seguridad.</p> <p><u>Quinta idea.</u>- Que el error de mantenimiento tiene un significativo efecto en la seguridad. Hay datos respecto al impacto del error de mantenimiento en el promedio de paradas de motor en vuelo en las aerolíneas a nivel mundial. Se demuestra que los accidentes debidos a errores de mantenimiento son consistentes a través del tiempo, mientras que los accidentes debido al diseño han declinado constantemente. Esto en parte es debido al hecho de que es muy difícil mejorar el rendimiento humano y parcialmente debido al hecho de que no se ha puesto mucha atención a mejorar la seguridad de mantenimiento comparado con la seguridad de las tripulaciones y la seguridad de diseño.</p> <p><u>Sexta idea.</u>- Que el error de mantenimiento puede y debe ser controlado. Se discuten los accidentes que han tenido error de mantenimiento como un factor contribuyente. Se precisan los casos para determinar el impacto que el Técnico y el sistema de mantenimiento tuvieron en estos accidentes y como podrían hacerse mejoras en el sistema de mantenimiento para prevenir eventos similares en el futuro.</p> <p><u>Séptima idea.</u>- Que debe seguirse un método, el cual llamamos " Método de Mejora de Sistema ", para examinar el error de mantenimiento. Este método es realmente una disciplina. El mismo asegura que el incidente reciba un análisis completo y que los investigadores lleguen a la raíz del problema, no sólo al síntoma en la superficie.</p>


Figura 6. Ideas del MEDA

#### 4. NUEVOS PROGRAMAS DE FACTORES HUMANOS

En gran medida y gracias a los cambios regulatorios que se han dado, ha sucedido un gran movimiento que ha sacudido a la comunidad aeronáutica de su estado de letargo – Factores Humanos. Parte del problema ha sido la dificultad al entender el tema, el cual es, de alguna forma, confuso para el que se inicia en eso. Pero ya las Autoridades más influyentes están poniendo de su parte para que los FH sean más accesibles a la comunidad aeronáutica de mantenimiento.

Como resultado de estos esfuerzos, se presentó en Europa un proyecto de programas de FHMA. Este proyecto creó la masa crítica necesaria para desarrollar una nueva aproximación para dirigir los aspectos de FH de las operaciones de mantenimiento y fue diseñado para proporcionar una guía práctica en la mejora de la efectividad de los FH en organizaciones individuales.



 <p>AERONÁUTICA CIVIL UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL</p>	MANUAL			
	<p>MANUAL DEL INSPECTOR DE AERONAVEGABILIDAD</p> <p>PARTE I - CAPÍTULO 6</p> <p>FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO</p>			
Principio de procedencia: 5103-194	Clave: GIVC-1.0-05-004	Revisión: 01	Fecha: 01/11/2019	Página: 41 de 46

Esto contiene tres componentes principales: una estrategia orientada hacia el hombre para el proceso completo de mantenimiento, desde el diseño a través de la ingeniería, planificación y calidad, hasta las operaciones de overhaul y mantenimiento en línea; una base sistemática para la mejora continua en las operaciones de mantenimiento; y el desarrollo de la competencia a niveles clave dentro de la organización para apoyar en el logro de los objetivos. Estos componentes se plasman en tres programas que a continuación se detallan:

ADAMS (Aircraft Dispatch and Maintenance Safety).- Representa a FH en Despacho de aeronaves y seguridad en mantenimiento. El programa relativamente nuevo, ha producido algunas conclusiones sobrias para la industria de mantenimiento. El primer punto encontrado fue la baja calidad y “usabilidad” de la documentación de tareas en muchas organizaciones de mantenimiento. La existencia de “libros negros” – documentos creados y usados por técnicos de mantenimiento de aeronaves como ayuda-memoria en el taller sirve para agravar el problema. Aún cuando estos “documentos” son de beneficio inmediato para los técnicos de mantenimiento de aeronaves en el trabajo, estos son manuales ilegales y no oficiales. El mayor problema es que, aunque éstos pueden proporcionar alguna asistencia inmediata, contienen información que puede ser imprecisa o desactualizada.

El reporte encontró que los procedimientos oficiales no fueron seguidos en más de una tercera parte de las tareas reportadas por los técnicos de mantenimiento de aeronaves. Más alarmante fue el hecho de que estos técnicos de mantenimiento de aeronaves encontraran formas más fáciles y rápidas de realizar el trabajo que las del método oficial.

Los técnicos de mantenimiento de aeronaves frecuentemente tienen diferencias con los gerentes sobre el papel que desempeñan los técnicos. Los técnicos de mantenimiento de aeronaves se consideran a sí mismos responsables de la seguridad de la aeronave y harán lo que sea necesario para asegurar que no esté comprometida. Sin embargo, esto no siempre puede ser ejecutado de acuerdo con el manual oficial.

Los gerentes creen que el rol primario de los técnicos de mantenimiento de aeronaves es el de seguir procedimientos. Sin embargo, ellos saben que el hecho de trabajar de acuerdo a los procedimientos puede ser lento y no siempre contribuye a cambios rápidos.

El problema se intensifica en la planificación de mantenimiento, donde los métodos a menudo son ajustados a las realidades del personal y disponibilidad de recursos.

Los estándares de auditoría a menudo varían enormemente entre organizaciones y las Autoridades locales. No existen estándares comunes de auditoría, por eso es que mientras todas las organizaciones enfatizan auditorías efectivas de la documentación, existen pocos intentos de auditar cómo se realiza en realidad el trabajo.

ADAMS encontró que, de todos los sistemas de reportes de calidad investigados, ninguno fue completamente efectivo. Los sistemas de reportes de calidad son el mecanismo principal del aseguramiento de la seguridad de las organizaciones de mantenimiento pero no pueden tratar cuestiones de FH. Problemas que abarcan desde una implementación

 <b>AERONÁUTICA CIVIL</b> UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL	<b>MANUAL</b>			
	<b>MANUAL DEL INSPECTOR DE AERONAVEGABILIDAD</b> <b>PARTE I - CAPÍTULO 6</b> <b>FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO</b>			
Principio de procedencia: 5103-194	Clave: GIVC-1.0-05-004	Revisión: 01	Fecha: 01/11/2019	Página: 42 de 46

práctica hasta sistemas sobrecargados y mecanismos de reporte que no afectan. ADAMS enfatiza la falta de consistencia y el cambio efectivo en las operaciones de mantenimiento en respuesta a los problemas identificados de FH, sean éstos de los reportes de discrepancias de calidad, auditorías, o investigaciones de incidentes. Irónicamente esto estaba en un marcado contraste con los procedimientos para corregir los defectos técnicos.

De acuerdo con el reporte, las organizaciones de mantenimiento no están aprendiendo de los incidentes reportados. Es crítico para la seguridad futura que las organizaciones aprendan de la experiencia e introduzcan cambios para prevenir cualquier repetición de los incidentes.

Fue difícil encontrar información sobre los casos donde ocurrió un aprendizaje seguido de un cambio, y las organizaciones raramente fueron sistemáticas en sus seguimientos sobre aspectos no-técnicos de los incidentes. Se notó la falta de implementación de recomendaciones, del monitoreo de su efectividad en la localización de los problemas que fueron diseñados para cambiar, no se aseguró que problemas inmediatos fueran evitados en áreas clave, escogidas de antemano para mejorar.


Las cuestiones críticas destacadas por el proyecto ADAMS están agrupadas por dos afirmaciones. Existe un doble estándar de ejecución de tareas en el mantenimiento de aeronaves – una forma oficial y la forma en la que el trabajo se realiza en realidad, y los procesos organizacionales de planificación y calidad no son efectivos al tratar de enfocar cómo en realidad se lleva a cabo el trabajo. Existe muy poca evidencia que las organizaciones aprenden de los incidentes que han tenido lugar.

Los dos mecanismos principales de seguridad y confiabilidad en el mantenimiento de aeronaves son el sistema de documentación, el cual especifica que los procedimientos requeridos para llevar a cabo el trabajo, y el sistema de calidad, que busca el asegurar que se haga con más alto estándar posible.

En ninguno de los casos el sistema está funcionando de forma efectiva, particularmente cuando se trata de aspectos humanos y organizacionales de seguridad y confiabilidad. Aún cuando esto no significa que el sistema es, en esencia, inseguro, significa que es imposible evaluar cuán seguro es el sistema y dónde se esconden sus vulnerabilidades.

El hecho de que los problemas de FH sean tan comunes nos lleva a la conclusión que solo se puede lograr mejoras significativas en seguridad y confiabilidad mediante una aproximación sistemática a la gestión de FH en el mantenimiento de las aeronaves.

Las principales conclusiones del proyecto ADAMS están consolidadas en un documento llamado "Human-Centered Management for Aircraft Maintenance". Este documento provee el marco para la guía en la implementación de un PFH efectivo dentro de una organización. Este incluye secciones sobre: estrategia organizacional para la seguridad y confiabilidad, el rol de los FH en el diseño, planificación, y organización de las operaciones de mantenimiento; el rol de los sistemas de calidad y gestión de incidentes en el apoyo del aprendizaje organizacional, y los estándares de competencia.

 <b>AERONÁUTICA CIVIL</b> UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL	<b>MANUAL</b>			
	<b>MANUAL DEL INSPECTOR DE AERONAVEGABILIDAD</b> <b>PARTE I - CAPÍTULO 6</b> <b>FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO</b>			
Principio de procedencia: 5103-194	Clave: GIVC-1.0-05-004	Revisión: 01	Fecha: 01/11/2019	Página: 43 de 46

Finalmente, ADAMS recomienda que, si la industria de mantenimiento de aeronaves se va a enfrentar al reto planteado por los cambios técnicos, organizacionales, industriales, ésta necesita una mejor práctica de FH. Si los PFH están para dar competencia a las organizaciones al cumplir con estos desafíos, entonces estos programas deben ampliar sus objetivos y su rol dentro de la organización.

Los PFH tienen que proveer mejores diseños, planificación y organización u operaciones de mantenimiento, así como asegurar que las organizaciones puedan cambiar y aprender como un resultado de la experiencia.

De esta manera los FH pueden jugar un rol crítico en asegurar que la ventaja sobre la competencia de la compañía a través de las mejoras en su sistema de producción, así como una mejora garantizada en la seguridad y confiabilidad.


**STAMINA.-** El sonido enérgico de los acrónimos en inglés del Entrenamiento en Seguridad de FH para la Industria de Mantenimiento de Aeronaves – STAMINA (Human Factors Safety Training for the Aircraft Maintenance Industry), dan un tono peculiarmente optimista. En base a la evidencia anterior que es posiblemente más apropiada, porque STAMINA (en inglés significa energía), es una solución de entrenamiento en FH integrada para mantenimiento de aeronaves.

Una aproximación integral al entrenamiento en FH requiere su aplicación en toda la organización. Los problemas no están limitados al trabajo del técnico de mantenimiento de aeronaves en el puesto de trabajo y las soluciones no deberían estar restringidas a solo ellos. El entrenamiento STAMINA apunta específicamente a tres roles críticos: gerentes, supervisores, e instructores.

El mantenimiento es afectado en última instancia por las decisiones y acciones de los supervisores, jefes de turno y por contrato, planificadores, ingenieros, y gerencia organizacional. Éstos son el personal que preparan el trabajo de los técnicos de mantenimiento de aeronaves y como tal, requieren de FH.

El entrenamiento que está dirigido a su rol particular. La filosofía que sostiene STAMINA está basada en la convicción que un exclusivo cumplimiento con las regulaciones es inadecuado, incluso hasta contraproducente. Mientras que el material básico del STAMINA cubre los requerimientos del JAR 66, el enfoque está más en la mejora de la seguridad, confiabilidad, y eficiencia.

La motivación por el simple cumplimiento conlleva una mínima inversión en el entrenamiento de FH para cumplir con los requerimientos regulatorios y una implementación de una estrategia puramente pragmática. La motivación para impactar la realidad operacional animará a una inversión óptima y la consideración de la implementación del entrenamiento de los FH. Una transferencia efectiva de entrenamiento

 <b>AERONÁUTICA CIVIL</b> UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL	<b>MANUAL</b>			
	<b>MANUAL DEL INSPECTOR DE AERONAVEGABILIDAD</b> <b>PARTE I - CAPÍTULO 6</b> <b>FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO</b>			
Principio de procedencia: 5103-194	Clave: GIVC-1.0-05-004	Revisión: 01	Fecha: 01/11/2019	Página: 44 de 46

requiere que las realidades operacionales sean tratadas. En particular, las siguientes cosas necesitan ser consideradas y discutidas: las barreras a un rendimiento seguro bajo presión de tiempo, procedimientos confusos, el rol de la gerencia durante el entrenamiento, estándares dobles operacionales – por ejemplo se puede poner bajo presión a los técnicos de mantenimiento de aeronaves para cumplir con plazos estipulados pero al mismo tiempo se puede sentir que ellos serán los culpables, si sucede un incidente por el hecho de escatimar esfuerzos.

El entrenamiento que ignora o evita estas cosas del entorno de trabajo muy fácilmente será percibido como puramente un sueño.


El desafío inicial de FH es el de cambiar la cultura existente de la compañía, de una que está básicamente orientada técnicamente, a una que es igualmente competente al dirigir aspectos humanos de la operación. El desafío a futuro será el de mantener y mejorar esta nueva cultura y un elemento clave de esto es precisamente el entrenamiento del personal que ingresa a la compañía.

STAMINA es una aproximación ambiciosa a los FH pero puede ser hecha para el trabajo por la naturaleza de los cambios requeridos. HF no son fácilmente identificables en forma discreta, o problemas de pronta solución. Estos son cambios que son inherentes en sistemas que han sido configurados para realizar funciones técnicas y ahora están siendo requeridos para dirigir cuestiones humanas. Los cambios tienen que estar enfocados en el sistema entero.

AMPOS Aircraft Maintenance Procedure Optimization System – Sistema de Optimización de Procedimientos de Mantenimiento de Aeronaves.- Es un sistema de mejoramiento basado en TI (tecnologías de información), diseñado para cerrar con el tema de FH dentro del mantenimiento y fabricación de aeronaves.

El sistema AMPOS se apoya en un historial de casos que identifican la posibilidad de alguna acción para mejorar las operaciones de mantenimiento, procedimientos y procesos, con relación a las metas de una seguridad, confiabilidad, y eficiencia mejoradas. Sin embargo, AMPOS no es simplemente un sistema para recolectar información, es esencialmente un proceso de mejora continua.

La idea básica de AMPOS es la de optimizar el rendimiento en el mantenimiento de aeronaves mediante el desarrollo de un mejor soporte para los aspectos no-técnicos de ejecución de las tareas de todos los recursos dentro de la organización. La ejecución de las tareas puede ser mejorada en todos los niveles del proceso dentro del trabajo de mantenimiento. Sus metas son las de prestar la mayor atención para mejorar la forma en la cual las operaciones de mantenimiento son realizadas como tradicionalmente los FH se han dedicado para entender las causas de un error o falla en la ejecución de las tareas. De esta forma esto se conecta con las metas organizacionales de una mejor seguridad y

 <b>AERONÁUTICA CIVIL</b> UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL	<b>MANUAL</b>			
	<b>MANUAL DEL INSPECTOR DE AERONAVEGABILIDAD</b> <b>PARTE I - CAPÍTULO 6</b> <b>FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO</b>			
Principio de procedencia: 5103-194	Clave: GIVC-1.0-05-004	Revisión: 01	Fecha: 01/11/2019	Página: 45 de 46

confiabilidad con mayor eficiencia y efectividad. AMPOS es por tanto, esencialmente un proceso de cambios desde abajo hacia arriba.

Está diseñado para ayudar y dirigir las mejoras en la documentación, tecnología, sistemas y operaciones. El sistema AMPOS no es por sí mismo un proceso de cambio organizacional. Está diseñado para interactuar con las estructuras organizacionales existentes, los sistemas y procesos.

El AMPOS está siendo aplicado entre otros, en varias compañías dentro de la industria aeronáutica en Europa.

### **SECCIÓN 3. PRE-REQUISITOS ADICIONALES, PARA EVALUAR EL PROCEDIMIENTO**


- Conocimiento de los reglamentos Aeronáuticos de Colombia, RAC 45, RAC 39, RAC145, RAC 91, RAC 119, RAC 145, RAC 135, RAC137, RAC138 y Completar el Curso de Inspector de Aeronavegabilidad
- Coordinación. Esta tarea requiere coordinación con el Grupo de Inspección de Aeronavegabilidad.
- REFERENCIAS, FORMAS Y AYUDAS DE TRABAJO
- Referencias: RAC 45, RAC 145, RAC 91, RAC 119, RAC 121, RAC 145, RAC 135, RAC 137, RAC 138
- Normas. Ninguna.
- Ayudas de Trabajo. Ninguna.

### **SECCIÓN 4. PROCEDIMIENTOS**

Defina un plan de trabajo, donde verifique la aplicabilidad de todos los lineamientos expuestos en la sección 1, 2 y 3 de este procedimiento. Asegúrese de que el archivo contenga toda la información pertinente a partir de la solicitud de aplicación, para incluir la siguiente información:

-El nombre, dirección de correo, localización física (si la dirección de correo difiere de esta), y el número telefónico de la Organización de Mantenimiento u Operador, al cual se está aplicando este procedimiento, respecto a según aplique:

- A. *Inspección de las Instalaciones del Solicitante.*
- B. *Evaluación del Sistema de Archivo del Solicitante, de acuerdo a la aplicabilidad descrita en la sección 2 y 3 de este procedimiento.*

 <b>AERONÁUTICA CIVIL</b> UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL	<b>MANUAL</b>			
	<b>MANUAL DEL INSPECTOR DE AERONAVEGABILIDAD</b> <b>PARTE I - CAPÍTULO 6</b> <b>FACTORES HUMANOS EN MANTENIMIENTO</b>			
Principio de procedencia: 5103-194	Clave: GIVC-1.0-05-004	Revisión: 01	Fecha: 01/11/2019	Página: 46 de 46

## **SECCION 5. RESULTADOS DE LA TAREA**

A. La terminación de esta tarea dará como resultado la emisión de una aceptación por parte de la U.A.E.A.C en la cual el operador y/o la OMA cumple los requisitos de FH asociados a las actividades de mantenimiento aeronáutico que desempeña.

## **SECCION 6. ACTIVIDADES FUTURAS.**

Coordinar un programa de vigilancia continua sobre la aplicabilidad en todas las actividades de mantenimiento Aeronáutico que esté involucrado el operador y / o la OMA.