

**LA CONFIABILIDAD COMO HERRAMIENTA PARA MEJORAR EL  
ALISTAMIENTO DE LAS AERONAVES DE LA AVIACIÓN DEL EJÉRCITO**

**ENSAYO**

**CESAR AUGUSTO DÍAZ BOCANEGRA**

**D0105495**

**TUTORA: DRA. PATRICIA RODRÍGUEZ SÁNCHEZ**



**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA.  
FACULTAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA (FAEDIS)  
PROGRAMA DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS  
DIPLOMADO EN ALTA GERENCIA**

**2018**

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	3
Sección 1. GENERALIDADES DE LA CONFIABILIDAD.....	5
Características Que Hacen Que Un Programa Sea Confiable: ..... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Evolución De La Confiabilidad .....	8
Importancia de La Confiabilidad en el mantenimiento aeronáutico .....	9
Beneficios De La Confiabilidad.....	12
Sección 2. APORTES DE LA ADMINISTRACIÓN A LA CONFIABILIDAD .....	16
Sección 3. CAMBIOS DE PARADIGMAS.....	19
Estrategias A Implementar En El Programa De Confiabilidad.....	22
Limitantes.....	23
CONCLUSIONES .....	24
REFERENCIAS.....	25

## <INTRODUCCIÓN

El mantenimiento de aeronaves es una de las principales causas o factores que contribuyen a los accidentes de aviación. La Aviación del Ejército cuenta actualmente con una flota de 54 helicópteros Black Hawk, de los cuales 47 son UH-60L y 07 son S-70i, estas aeronaves están bajo el programa de mantenimiento del Batallón de Mantenimiento de Aviación No. 2 UH-60, que principalmente se basa en dos clases de mantenimiento, programado y no programado (imprevisto). Es necesario desarrollar nuevos enfoques para mejorar las capacidades operativas a fin de lograr y mantener niveles más altos de prestación de servicios, minimizar las interrupciones y evitar pérdidas económicas debido a la inoperatividad de las aeronaves, las cuales ayudarían a la mejora de las actividades de mantenimiento, desarrollo de la planeación, ahorro en el presupuesto asignado anualmente y nada más importante contribuiría para una economía como la colombiana, en donde las organizaciones procuran obtener resultados mejores, con iguales o menores recursos y cumpliendo de una manera más efectiva su misión; este se convierte en un objetivo a corto y mediano plazo del programa de confiabilidad, por lo cual su aplicación es a su vez una inversión, que bien administrada puede llevar a tener resultados visibles con eficiencias significativas de recursos y ampliación de la confianza depositada en la seguridad.

El propósito del presente ensayo pretende mostrar por medio de tres (3) secciones, cómo a través de la administración aplicada con la simulación de modelos, estadísticas, implementación de nuevas tecnologías, la confiabilidad, se transforman en herramientas que contribuyen de manera significativa al auto sostenimiento y mayor número de aeronaves listas para la misión dentro de la Aviación del Ejército.

La primera sección, generalidades de la confiabilidad, busca mostrar al lector el concepto desde varios puntos de vista de la confiabilidad, la evolución de la confiabilidad, por qué debemos

implementar la confiabilidad en una compañía, institución u organización, y por último, los beneficios que recibe la entidad que aplique correctamente la cultura de confiabilidad.

La segunda sección mostrará al lector cómo a través de la administración se puede efectuar un programa de confiabilidad sin importar cuál sea el mercado de la compañía o la clase de producto final que desarrolle.

Por último, la tercera sección quiere dar a conocer al lector, uno de los aspectos más importantes en la iniciación de un programa de confiabilidad, el cambio de paradigmas, las estrategias para que el programa se desarrolle correctamente y sus limitantes.

## Sección 1. GENERALIDADES DE LA CONFIABILIDAD

Esta es una definición de confiabilidad: *“la confiabilidad es la probabilidad de que un componente desempeñe satisfactoriamente la función para la que fue creado durante un periodo establecido y bajo condiciones de operación establecidos. La confiabilidad es la calidad en el tiempo.”* (Reyes Aguilar, 2006).

Pero esta no es una definición completa de lo que es confiabilidad, ya que esta tiene alcances diferentes a la probabilidad; la confiabilidad es una nueva forma de ver la realidad, es una cultura organizacional que tiene como objetivo que todas las actividades de producción, y en general todas las tareas, se efectúen bien desde la primera vez y por siempre; no se acepta que se hagan las cosas precariamente o a medias (García Palencia, 2014).

De manera global, la confiabilidad se utiliza para medir el desempeño y/o comportamiento de sistemas, equipos y/o componentes individuales, con fines de garantizar: la optimización de los costos de diseño, mantenimiento, calidad y producción; la seguridad humana, industrial y ambiental; la cantidad y consecuencia de las fallas; la calidad de los productos, entre otros aspectos.

Los fabricantes suelen realizar pruebas de fiabilidad en muestras de sus productos para garantizar el rendimiento deseado. Un ejemplo propuesto por Gasca, donde en una muestra de 100 elementos se prueba durante 1000 horas antes de su venta y 50 de esos artículos fallan después de 200 horas. Con esta información no se puede decir con certeza si los elementos no probados fallarán antes o después de las 200 horas de funcionamiento, o incluso si alguno fallará. Pero se puede afirmar con certeza que la probabilidad de que un artículo presente una falla antes de las 200 horas de operación es 0.5. A los efectos de este proyecto, los elementos que se probarán ya están en uso. Sin embargo, los procesos matemáticos para manejar la información son similares,

si se usa la información de la operación pasada de los componentes como muestra de prueba, y que las condiciones de operación no cambiarán (Gasca, 2017).

Es importante notar que hay un grado significativo de incertidumbre cuando se trata de confiabilidad. Muy a menudo, existen variables desconocidas o no cuantificables que afectan la confiabilidad, debido a la interacción humana y cambios imprevistos en las condiciones de operación (Gasca, 2017).

Obtener confiabilidad normalmente significa economía de dinero y preservación de la seguridad integral del sistema productivo, razón que conduce a mantener un "balance económico" que permita fijar niveles de confiabilidad óptimos.

Un programa de confiabilidad, en términos prácticos, es el monitoreo continuo, registro y análisis del funcionamiento y condición de los componentes y sistemas de la aeronave. Los resultados son entonces medidos o comparados contra niveles de comportamiento normal establecidos de modo que la necesidad de una acción correctiva puede ser evaluada y en caso necesario, pueden ser adoptadas.

El análisis de fase de diseño se concentra la mayor parte del tiempo en la evaluación de la seguridad o, cuando se trata de la confiabilidad operacional, el análisis se centra en la fiabilidad relativa percibida de una tecnología sobre otra. Además, el marco de evaluación de confiabilidad está destinado a ser utilizado mientras la aeronave está en servicio para considerar la información operacional actual para una evaluación de confiabilidad adaptada (Diaz, 2016). Hasta donde se tiene conocimiento, la evaluación de confiabilidad basada en modelos, en tiempo real, durante la operación, aún no ha recibido el enfoque que merece en la comunidad de evaluación de confiabilidad. Sin embargo, la demanda constante de eficiencia y la naturaleza evolutiva de los

sistemas de hoy en día requieren el uso de datos precisos en funcionamiento para una evaluación de confiabilidad actualizada a fin de respaldar las elecciones.

### **Requisito de confiabilidad de un programa**

Hay una serie de razones por las cuales la confiabilidad es un atributo esencial de un producto y por lo cual debe cumplir con los siguientes requisitos (IITBombay, 2005):

- **Reputación:** La reputación de una compañía es muy cercana a la confiabilidad de sus productos que produce. El producto más confiable es, lo más probable es que la compañía tenga una buena reputación.
- **La satisfacción del cliente:** Un producto confiable puede no afectar drásticamente la satisfacción del cliente de una manera positiva. Sin embargo, un producto poco confiable definitivamente atraerá la insatisfacción del cliente. Por lo tanto, la alta fiabilidad es un requisito muy importante para la satisfacción del cliente.
- **Costos de garantía:** Si un producto no cumple su función deseada dentro del período de garantía, los costos de reemplazo y reparación no solo reducirán las ganancias, sino que también obtendrán una atención negativa no deseada.
- **Repetir negociaciones:** Un esfuerzo enfocado hacia una confiabilidad mejorada muestra a los clientes existentes que un fabricante es serio con respecto a su producto y está comprometido con la satisfacción del cliente. Este tipo de actitud no solo tiene un impacto positivo en los negocios futuros, sino que también brinda una ventaja competitiva.
- **Análisis de costos:** Las empresas pueden tomar datos confiables y combinarlos con otra información de costos para ilustrar la rentabilidad de sus productos. Este análisis del costo

del ciclo de vida puede demostrar que aunque el costo inicial de un producto puede ser más alto que el del producto de su competidor, el costo total de por vida es menor que el de un competidor porque su producto requiere menos reparaciones o menos mantenimiento.

- **Requerimientos del cliente:** La demanda de los clientes de un programa de confiabilidad efectivo aumenta cada vez más en función de los beneficios de dichos programas.
- **Ventaja competitiva:** Las empresas a menudo publican los números de confiabilidad del producto para mejorar la competitividad.

### **Evolución De La Confiabilidad**

Es necesario mostrar los desarrollos ocurridos en el campo de la confiabilidad durante las últimas cuatro décadas que han tenido impacto significativo en los siguientes temas, de acuerdo a García (2006):

- Herramientas para la toma de decisiones relacionadas con el estudio de riesgos, sistemas expertos, modos de falla y análisis de efectos.
- Modulación de fallas y optimización de la confiabilidad, que incluyen: graficas, pruebas, análisis, interpretación y toma de decisiones.
- Nuevas técnicas de mantenimiento y filosofías de mejoramiento continuo en sus procesos, destacándose entre otras, el Mantenimiento Productivo Total (TPM), el Control Total de la Calidad (TQC), Control Estadístico de Proceso (SPC), ISO 9000 con ciclos PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar), el Justo a Tiempo (ITT), las 5'S, los sistemas Kanban y Kaizen, el RCM y el RCM 2 (RCM Plus).

- Diseño de equipos con mayor énfasis en la confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad.
- Cambios en los procesos de pensamientos, diseño y mejoramiento de estructuras organizacionales que incluyen la participación multidisciplinaria de las personas, el trabajo en pequeños grupos y la flexibilidad en la implementación.
- Entrenamiento y capacitación orientada hacia el diseño, el mantenimiento y la operación eficiente de los equipos de producción.
- Los costos de la inversión y el análisis técnico del ciclo de vida útil.
- El análisis de los sistemas de seguridad integral en las personas, las instalaciones físicas, el medio ambiente y el cumplimiento de normas regulatorias (García Monsalve, 2006).

Los procesos de mantenimiento están evolucionando drásticamente, esto se debe en gran medida a la mecanización, a la complejidad de las herramientas especiales y nuevas técnicas de mantenimiento; generando un nuevo enfoque de responsabilidades a las instituciones militares y civiles, forjando nuevas expectativas del ahorro de recursos y dándole especial importancia a los aspectos de seguridad y del medio ambiente, asimilando así un conocimiento mayor y cohesionado al mantenimiento con calidad, aumentado en gran medida la disponibilidad y optimización del recurso.

### **Importancia de La Confiabilidad en el mantenimiento aeronáutico**

El mantenimiento involucra todos los procedimientos y operaciones llevadas a cabo para mantener a la aeronave lista para el vuelo en condiciones adecuadas entre un período que comienza desde la compra de la aeronave y el momento en que está fuera de servicio (García Monsalve, 2006). De acuerdo con esta definición, es esencial usar varios sistemas, componentes y partes de

la aeronave continuamente libres de cualquier mal funcionamiento. Dicha aplicación de mantenimiento en estos elementos se lleva a cabo como procedimientos de mantenimiento programado, que se pueden clasificar:

- Mantenimiento proactivo
- Mantenimiento preventivo

El mantenimiento no programado es una situación no deseada en la que se resuelven problemas repentinos sin precedentes. Tal tiempo de inactividad puede interrumpir muchos planes y horarios y podría causar aún más daños a la compañía en términos de pérdida de prestigio y reputación, y mucho menos de la carga financiera que trae a la compañía. La confiabilidad se define como la posibilidad de que un sistema funcione correctamente para realizar las funciones deseadas durante un período de tiempo específico en condiciones predeterminadas.

El objetivo del mantenimiento preventivo aplicado a una aeronave es garantizar que las partes de la aeronave tengan una mayor fiabilidad que un cierto nivel. Al hacer esto, es posible reducir el número de tiempos de inactividad inesperados y, por lo tanto, la cantidad de prácticas de mantenimiento no programadas.

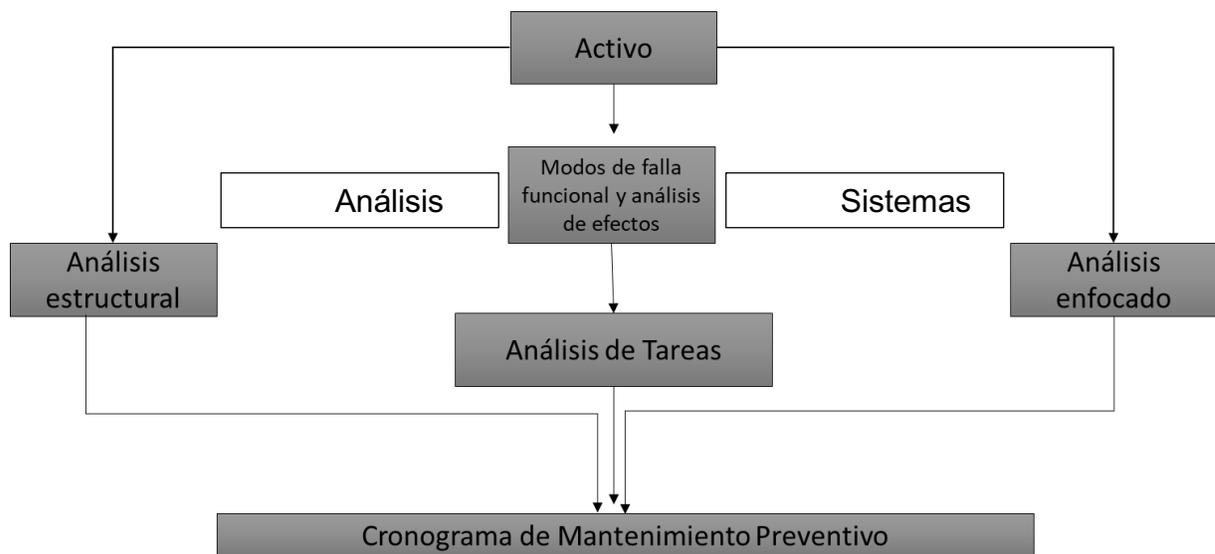
La implementación efectiva de un programa de confiabilidad y mantenimiento debe tomar en consideración algunos factores (García Monsalve, 2006):

- Los requisitos del cliente,
- La estrategia de negocios de la compañía,
- El tamaño del proyecto.

El Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad tiene un proceso de tres partes:

- Análisis de sistemas,
- Análisis zonal,
- Análisis estructural.

Estas tres partes son tres metodologías distintas. Las salidas de cada uno se combinan para formar un programa de mantenimiento preventivo integrado empaquetado como se muestra en la Figura 1.



*Figura No.1 Programa de Mantenimiento Preventivo  
Fuente: Elaboración Propia*

Cada una de las tres partes del análisis se utiliza para abordar aspectos específicos del mantenimiento (Carro Paz & González Gómez , 2012).

Análisis de sistemas: Esta parte del análisis se centra en los sistemas funcionales del equipo, como el sistema de control, el sistema de frenos y el sistema neumático. El análisis comprende dos etapas: un modo de falla funcional y análisis de efectos y un análisis de tareas. Estos se usan para

identificar los posibles modos de falla, las consecuencias de esos fallos y luego identificar la tarea de mantenimiento más aplicable y efectiva para mitigar el modo de falla. El análisis también identifica la frecuencia apropiada a la cual la tarea de mantenimiento debe ser llevada a cabo.

**Análisis estructural:** Esta parte del análisis se concentra en los aspectos estructurales del equipo. Esta es una técnica de análisis enfocada y eficiente que identifica las tareas de mantenimiento para abordar los modos de falla estructural asociados con la fatiga, el deterioro ambiental y el daño accidental.

**Análisis enfocado:** Esta parte del análisis se utiliza para derivar requisitos para inspecciones zonales. Una inspección zonal es una tarea de mantenimiento visual general en condición utilizada para identificar fallas inespecíficas que son demasiado intrascendentes para ser consideradas en los sistemas y las partes estructurales del proceso. Además, las inspecciones de zona proporcionan un mecanismo para mantener los modos de falla que son de naturaleza aleatoria y, por lo tanto, no pueden predecirse con las otras técnicas.

La salida de las tres partes del proceso es un conjunto de tareas de mantenimiento con un rango de frecuencias sin formato. Las tareas se empaquetan juntas para crear un régimen de mantenimiento que comprende grupos de tareas de mantenimiento que pueden llevarse a cabo en frecuencias establecidas y convenientes. Knezevic señala que es posible facilitar las prácticas de mantenimiento aplicando algunas tácticas durante el diseño del avión. Además, las aeronaves podrían volarse con la ayuda de sistemas sustitutos en caso de un mal funcionamiento.

## **Beneficios De La Confiabilidad**

Lograr niveles específicos de confiabilidad para un sistema es importante por diferentes razones, entre las cuales encontramos influencia directa sobre:

Un sistema con poca confiabilidad puede causar que el alistamiento caiga por debajo de los niveles requeridos o puede generar un incremento en el costo requerido para alcanzar los niveles mínimos de preparación de las aeronaves; las herramientas y criterios de diagnóstico son necesarios para lograr óptimos regímenes de alistamiento aportando eficiencia y rapidez en los procedimientos de reparación y restablecimiento del equipo aeronáutico.

Dentro del ámbito aeronáutico civil y militar a nivel mundial y nacional, los sistemas de confiabilidad son componentes de vital importancia, de donde se obtienen informaciones precisas que orientan en buena parte la planeación y la toma de decisiones, dando como resultado recomendaciones que pueden ser utilizadas para escalar o reducir tiempo de inspecciones, analizar tareas de mantenimiento según sea el caso, garantizar la mejora en seguridad y promover la optimización de costos en los mantenimiento de las aeronaves o componentes relacionados.

Los bajos índices de confiabilidad de un componente o sistema, pueden afectar directamente el nivel de seguridad del equipo aeronáutico, transgrediendo la seguridad operacional que puede ser traducida en pérdidas de vidas humanas, en pérdida de activos fijos de la organización y pérdida de unidades del equipo aeronáutico, afectando la tasa de fiabilidad operativa y reduciendo los niveles de confianza necesarios para el cumplimiento de las misiones planteadas.

La habilidad de una fuerza militar para desplegarse en una situación de crisis, con el movimiento de tropas y equipo rápidamente de un área a otra es determinada en gran medida por la cantidad de activos logísticos requeridos para soportar el mantenimiento de los equipos en áreas diferentes a su base principal. La mejora de la confiabilidad reduce la magnitud de la huella logística relacionada con el número de repuestos o suministros requeridos, personal de mantenimiento y equipo de soporte, así como también, elementos de la Fuerza requeridos (aviones,

carro tanques de combustible, helicópteros, hangares móviles, montacargas, equipos terrestres de apoyo aeronáutico, entre otros) para cumplir una misión de recuperación de una aeronave.

La logística es la ciencia que integra todos aquellos elementos encaminados a la planificación, adquisición, almacenamiento, distribución, administración, mantenimiento y control de un flujo eficiente de los recursos de personal, material y servicios necesarios que requieran las organizaciones para su funcionamiento (Manual Fundamental Del Ejército Sostentamiento EJC MFE 4-0, 2016). Normalmente para el cumplimiento de las diferentes misiones que cumple la Aviación del Ejército se hace necesario integrar todos los elementos para que el requerimiento salga de acuerdo a lo planeado, es por eso que cada proceso debe cumplir al detalle su función.

La importancia de obtener sistemas y componentes de alta confiabilidad ha sido reconocida desde el punto de vista económico y social. Los arreglos funcionales de los equipos pueden ser de mayor o menor costo según la confiabilidad requerida, pero de igual forma las consecuencias de una baja confiabilidad en algunos elementos o equipos puede ser catastróficas dependiendo del contexto en el que se encuentre el elemento y su función. En este sentido puede interpretarse que los elementos que tienen bajo su “responsabilidad” vidas humanas o efectos medioambientales han de ser indiscutiblemente de alta confiabilidad (Guía de los Fundamentos de Mantenimiento y Confiabilidad - ACIEM, 2014, pág. 29).

De acuerdo a Medina (2015), el cual describe en su artículo “¿Para qué sirve el RCM? ¿Qué beneficios ofrece?”, algunos beneficios para las compañías que aplican correctamente un programa de confiabilidad, pueden ser los siguientes:

- Aumentar la disponibilidad de los activos de forma sustancial.

- La posibilidad de bajar los costos financieros de la empresa de forma significativa, lo que permite que las organizaciones aumenten su competitividad.
- Minimizar la cantidad de refacciones; el monto en refacciones que se tienen en el almacén de una empresa representa por lo general un porcentaje muy importante de los recursos de una organización, por lo que minimizarlo representa una ventaja competitiva importante para la empresa. El concepto clave que permite conseguirlo es el identificar y mantener la vida útil de los componentes críticos mediante su mantenimiento y posterior remplazo programado, a la vez que se actúa en minimizar los efectos de las fallas aleatorias (Medina, 2015).
- Reducción de fallas en equipos; gracias a la realización de tareas de mantenimiento necesarias, lo cual requiere desmontar e instalar componentes con intervalos más amplios.
- Una correcta base de datos con las fallas filtradas por sistema; es la base para un diagnóstico rápido de las deficiencias más repetitivas y permite realizar análisis de causa raíz por las novedades más frecuentes.
- Intervalos más largos entre las revisiones de ciertos componentes; y en algunos casos la eliminación por completo de la inspección.
- Menos problemas de “desgaste de inicio” después de las interrupciones; debido a que se eliminan las revisiones innecesarias.
- Menor mantenimiento rutinario innecesario.
- La minería de datos de las fallas se hace más eficiente; esto permite que la elaboración de la planeación para la compra de los servicios de mantenimiento, repuestos y reparaciones sea eficaz y óptima.

- Los análisis de causa raíz de las fallas más comunes; permiten alargar la vida útil de los equipos (Medina, 2015).

## **Sección 2. APORTES DE LA ADMINISTRACIÓN A LA CONFIABILIDAD**

La confiabilidad de la mano de un buen gerente o administrador experto en mantenimiento aeronáutico pueden romper paradigmas tradicionales permitiéndoles desarrollar nuevos enfoques. Con un acercamiento al Mantenimiento los gerentes buscan una estructura estratégica que sintetice los nuevos desarrollos en un modelo coherente, para luego evaluarlo y aplicar el que mejor satisfaga sus necesidades y las de su compañía (Maubray, 2004).

La teoría de las Restricciones es una filosofía de gestión que se centra en los anillos más débiles de la cadena para mejorar el rendimiento de los sistemas. Las empresas, que están en el sector de producción o servicios, están más enfocadas en su propia estructura en términos de procesos para sobrevivir en una competencia global. En esta situación, la teoría de restricciones se convirtió en una estructura de resolución de problemas y metodología que cambia la forma de pensar de los gerentes. Desde que esta teoría fue presentada por primera vez por Goldratt (1994) en su libro “El objetivo”, la teoría ha atraído una amplia atención por parte de los profesionales e investigadores académicos. Este estudio ofrece una revisión de la literatura de evolución de la confiabilidad en sus cinco épocas; la era de la tecnología de productos optimizados, la era de los objetivos, la era del síndrome del miedo, la era de la suerte y la era crítica de la cadena.

Para Smith, implementar un programa de confiabilidad no es simplemente una compra de software o tomar medidas adicionales; no es solo una lista de verificación de los elementos que deben completarse para garantizar que uno tenga productos y procesos confiables (Smith, 2011).

Un programa de confiabilidad es un sistema complejo de aprendizaje y conocimiento exclusivo de los productos y procesos. Es apoyado por el liderazgo, basado en las habilidades que uno desarrolla dentro de un equipo, integrado en los procesos de negocios y ejecutado siguiendo las prácticas de trabajo estándar comprobadas.

Se usa un plan de programa de confiabilidad para documentar exactamente qué "mejores prácticas" (tareas, métodos, herramientas, análisis y pruebas) se requieren para un sistema en particular, así como para aclarar los requisitos del cliente para la evaluación de confiabilidad (Smith, 2011). Para sistemas complejos a gran escala, el plan del programa de confiabilidad debe ser un documento separado. La determinación de recursos para la mano de obra y los presupuestos para pruebas y otras tareas es fundamental para un programa exitoso. En general, la cantidad de trabajo requerido para un programa efectivo para sistemas complejos es grande.

Un plan de programa de confiabilidad es esencial para lograr altos niveles de confiabilidad, capacidad de prueba, mantenimiento y la disponibilidad del sistema resultante, y se desarrolla temprano durante el desarrollo del sistema y se refina a lo largo del ciclo de vida del sistema. Especifica no solo lo que hace el ingeniero de confiabilidad, sino también las tareas realizadas por otros interesados. Un plan de programa de confiabilidad es aprobado por la gerencia superior del programa, que es responsable de la asignación de recursos suficientes para su implementación (Smith, 2011).

Los anteriores autores coinciden en buscar estrategias, unas a través de capacitación, modelos, estudios personales por trabajador, estadísticas, ambiente de trabajo, inventarios como el justo a tiempo; pero todas apuntan a aumentar los niveles de producción acompañado de la mejora del control de calidad del producto terminado.

De igual forma, los sistemas de aeronaves se caracterizan por una complejidad destacada con múltiples redundancias y escenarios de reconfiguración. El enfoque de modelado tiene que gestionar esta complejidad. El objetivo final del modelo consiste en la evaluación de confiabilidad durante el logro de las misiones de la aeronave, a fin de apoyar la toma de decisiones con respecto a la planificación y el logro de las misiones, así como a los procesos de mantenimiento. Por lo tanto, el modelo debe permitir la consideración de la información operativa actual a fin de proporcionar un resultado adaptado y preciso. Esto va más allá de la modelación y evaluación clásica de confiabilidad durante el diseño, para lo cual un especialista en confiabilidad está disponible para calibrar el modelo para los escenarios relevantes.

Como se sugiere en (Malek, 2008), y se aplicó en (Masci & Thomas, 2015) para apoyar la interoperabilidad entre sistemas en red, la evaluación de confiabilidad debe abarcar la necesidad de monitorear y realizar evaluaciones en línea, considerando datos en línea para predicciones a corto plazo en situaciones específicas, en lugar de solo la evaluación de fase de diseño que considera toda la vida operacional para un comportamiento promedio predicción. Por lo tanto, para cada misión que se debe lograr, uno debe considerar su especificidad y calibrar el modelo en consecuencia, antes de evaluar la probabilidad de éxito de la misión (Masci & Thomas, 2015). Los posibles escenarios reales de fallas deben ser abarcados para proporcionar evaluaciones adecuadas. La sensibilidad con respecto a las combinaciones de fallas no críticas que ni siquiera eran evidentes durante el diseño se pudo observar en algunas situaciones.

Por lo tanto, el modelo integrará información de tiempo de ejecución sobre los estados y el comportamiento de los componentes del sistema de la aeronave, y las características de las misiones. La evaluación será realizada principalmente por los operadores de aeronaves, que no son necesariamente especialistas en modelado de confiabilidad. Como el desarrollador del modelo no

siempre estará presente en el tiempo de ejecución, el marco de evaluación y modelado de confiabilidad debe proporcionar los medios para respaldar la integración de la información (Masci & Thomas, 2015).

Todos estos cambios y teorías están poniendo a prueba las actitudes y destrezas en todas las ramas de la industria, razón por la cual el personal de mantenimiento ha tenido que adoptar nuevas formas de pensar y actuar con la dualidad de desempeñarse a la vez como Ingenieros, administradores y Gerentes; siendo la filosofía del mantenimiento basado en la confiabilidad una opción importante para llenar estas expectativas cada vez más exigentes, al mismo tiempo cada día toma mayor importancia para los directivos la creación de programas de capacitación para los trabajadores acompañados de personal experto que estudie el desempeño de cada empleado, con el fin de mejorar su ambiente de trabajo y reasignar personal de acuerdo a sus destrezas; lo anterior teniendo en cuenta que el mayor beneficiado es la misma compañía, ya que con estas medidas puede prevalecer en el mercado.

### **Sección 3. CAMBIOS DE PARADIGMAS**

La confiabilidad del sistema es obviamente un tema importante en las estadísticas aplicadas, y sin embargo, hay muy pocos libros actualizados en esta área que reconocen las necesidades de los profesionales sin sacrificar excesivamente la claridad y la precisión de las matemáticas. La confiabilidad y seguridad de las aeronaves han mejorado a lo largo de los años a través de una comunicación abierta y honesta, cooperación funcional para compartir información de problemas recientemente descubierta y cooperación para compartir conocimientos adquiridos sobre problemas existentes relacionados con la confiabilidad y la seguridad (Acuña, 2013). Cada

fabricante protege su información patentada para mantener una ventaja competitiva, lo cual es comprensible, ya que están en el negocio de hacer dinero para mantenerse en el negocio. Si se percibe a un fabricante como carente de confiabilidad, la mente humana considerará sospechoso a todos los fabricantes. La lógica humana espera confiabilidad y seguridad, consciente o inconscientemente, y un nivel de comunicación, cooperación y coordinación es necesario para el éxito general de la industria (Acuña, 2013).

Así mismo, si se rompen algunos paradigmas en cuanto a los procesos de mantenimiento de las aeronaves, también es importante generar medidas que impacten culturalmente tres aspectos que tienen que ver con el enfoque sistémico de la confiabilidad (Marrocco , 2011):

- El enfoque sistémico direccionado a entender que todo está compuesto por subsistemas, en la práctica administrativa se engrana a la función de planeación y los diseños. Cuando los límites entre el sistema y sus medios no siguen las líneas establecidas y su enfoque no está vinculado al objetivo real, difícilmente el sistema arrojará resultados positivos (Marrocco , 2011).
- El enfoque sistémico permite encaminar esfuerzos que apunten al cumplimiento de la visión institucional acompañado de un continuo y permanente trabajo en equipo. El aspecto de proacción es toda actividad que conlleve a mejorar, cambiar, ascender la ejecución de un proceso, pero asegurando la prevención de fallas humanas, de equipos y procesos y el análisis de prioridades (Marrocco , 2011); por lo anterior es importante sensibilizar al personal técnico a nuevos cambios en los procesos, los cuales contribuyen a disminuir las horas en las tareas de mantenimiento, análisis de causa raíz para evitar menos daños en los equipos, y por ende, ahorro en el presupuesto asignado para la compra de repuestos.

- El enfoque sistémico permite diseñar medidas preventivas de mantenimiento para mantener un mayor número de aeronaves listas para la misión.

Por último, resulta vital para cualquier compañía organizar, desde el punto de vista más sensible para la producción, medidas que permitan priorizar el orden de cómo se van a realizar las nuevas tendencias y qué actividades jerarquizar por criticidad e impacto dentro del sistema (Marrocco , 2011); con lo anterior se pretende coadyuvar al cumplimiento de la misión de la Aviación del Ejército, el programa de confiabilidad pretende contribuir notablemente al cumplimiento de la misión mejorando el número de aeronaves listas para la misión, lo cual permitirá mayor integración con las otras armas, que combinadas en acción, se proyectan a ser unidades modulares para el año 2030. Adicionar un porcentaje constante del 70% de helicópteros listos para el combate le dará mayor despliegue regional a la Aviación del Ejército.

Uno de los objetivos principales de la Aviación del Ejército consiste en garantizar la movilidad y maniobra aérea en profundidad, la efectividad de las operaciones especiales y/o de asalto aéreo y contra el narcotráfico (DAVAA, 2012). Difícilmente este objetivo se cumpliría con aeronaves no listas para la misión, por tal razón considero que la herramienta de confiabilidad con objetivos claros aumentaría el porcentaje de aeronaves con condiciones al 100% aero navegables.

La Política de Mantenimiento consiste en cumplir con seguridad, eficiencia y oportunidad, los programas de mantenimiento aplicables a los equipos aeronáuticos con los que cuenta la institución. Realizar acciones de mantenimiento preventivo, incluyendo actividades de mantenimiento predictivo y correctivo, lo anterior con base a los manuales de mantenimiento diseñados por los fabricantes de las aeronaves y equipos, al igual que las emitidas por autoridades aeronáuticas competentes, teniendo como referencia documentos guías en las operaciones de

mantenimiento que son empleados en la Aviación del Ejército de los Estados Unidos (DAVAA, 2015), para entender más al detalle las tareas de mantenimiento aeronáutico a continuación se muestran un ejemplo de lo que menciona el manual del Helicóptero UH-60 Black Hawk (Sikorsky Aircraft, 1996) sobre los imprevistos en las tareas de mantenimiento.

Ejemplo No. 1 Tarea mantenimiento por imprevisto: Cuando surgen problemas imprevistos durante mantenimiento programado o no programado, el cumplimiento de la misión se ve obstaculizado. Del mismo modo, los problemas imprevistos encontrados durante mantenimiento programado afectarán el porcentaje de alistamiento de la unidad.

Los gerentes de mantenimiento deben idear un plan de mantenimiento que devuelve la aeronave fuera de servicio a dejarla lista para la misión en el menor tiempo posible, logrando la optimización eficiente y eficaz de los recursos que se asignan para las tareas de mantenimiento, lográndolo con la implementación de un sistema de confiabilidad.

### **Estrategias A Implementar En El Programa De Confiabilidad**

Identificar con base en el estudio de la información, los sistemas críticos de las aeronaves que presentan un incremento en las fallas reportadas, produciendo un deterioro de los niveles de confiabilidad de la flota, el administrador realizará una investigación con respecto a la problemática en estudio, diseñará la planeación de un plan de acción determinando objetivos, metas y recursos necesarios para el logro del mismo, la ejecución, organización y control de la unidad de mantenimiento, con el fin de asesorar profesionalmente a la dirección y facilitarle la toma de decisiones estratégicas para el eficiente aprovechamiento de los recursos asignados bajo su responsabilidad; adicional, el administrador deberá asumir un rol de liderazgo social que le permita desarrollar, analizar e implementar medidas inherentes a su perfil profesional; por último,

dentro de los análisis que realice, es importante que aplique la confiabilidad humana al personal técnico de mantenimiento para verificar sus capacidades, debilidades y fortalezas; sensibilizando al personal a mantener una mente abierta a los cambios estratégicos que posiblemente se generen para el cumplimiento de la misión.

La importancia creciente de Administración de Producción / Operaciones está relacionada con la superación del enfoque racionalizador y centralizador de la misión de esta área en las organizaciones. El análisis, el diagnóstico y la visión estratégica de la Dirección de Operaciones permiten a la empresa acomodarse a los cambios que exige la economía moderna. Una efectiva gestión, con un flujo constante de la información, una organización del trabajo adecuada y una estructura que fomente la participación, son instrumentos imprescindibles para que Operaciones haga un trabajo (Carro Paz & González Gómez , 2012, pág. 1).

### **Limitantes**

La evaluación de confiabilidad está basada en el análisis de datos disponibles, a través de los cuales se hacen los cálculos de indicadores de rendimiento y efectividad, usando modelos o herramientas que brinden un nivel óptimo de calidad. Sin embargo, como con cualquier herramienta, la evaluación de la confiabilidad debe ser calculada teniendo en cuenta las posibles restricciones que puedan generar limitaciones o falencia en la calidad de los mismos.

La calidad del análisis está dada por el grado de madurez de la cultura del reporte de la organización, así como de la correcta estructura e implementación de los procesos correspondientes a la gestión de la información y de su integración con la plataforma ERP SAP.

## CONCLUSIONES

Con base en el ensayo realizado, se puede concluir que la confiabilidad como herramienta asegura que se disminuyan procesos de mantenimiento que son ordenados por el manual del helicóptero, pero que gracias al aporte de la confiabilidad permite tomar decisiones que reducen las horas hombres en una actividad determinada y contribuye al ahorro de presupuesto asignado anualmente para la compra y reparación de componentes aeronáuticos.

La correcta aplicación del programa de confiabilidad se convierte en un amigo estratégico del almacén de abastecimientos, toda vez que la confiabilidad determina que componentes presentan más fallas y a cuáles se les puede extender o disminuir su vida límite, permitiendo que se realice una excelente planeación en la compra de elementos necesarios para mantener la flota de aeronaves y evitando que haya stock de componentes que no rotan constantemente.

Técnicamente, se puede concluir que la confiabilidad complementa lo ordenado por los manuales técnicos generando un impacto positivo dentro de la unidad de mantenimiento.

La intervención del profesional en administración como eje de solución a la problemática planteada, toma la capacidad de poder ver el todo dentro de la generalidad de un sistema, desintegrarlo a subsistemas críticos para determinar los elementos desviados y alinearlos en pro al resultado, permitiéndole introducir nuevos esquemas, controles, métodos, que conlleven a la optimización de recursos a todo nivel.

Para aumentar la confiabilidad de los sistemas, ciertas operaciones que requieren inversión adicional pueden ser necesarias, como aumentar la confiabilidad de los componentes, realizar copias de seguridad de los componentes, reducir el tiempo de mantenimiento, aumentar las opciones y la frecuencia de las mediciones y observaciones. Al evaluar la dimensión financiera del

método a seguir, se puede calcular el costo de la confiabilidad en general o por unidad. El costo de la confiabilidad por unidad disminuye cuando alcanza un cierto valor.

## REFERENCIAS

- ACIEM - CGMC. (2014). Guía de los Fundamentos de Mantenimiento y Confiabilidad - ACIEM. Bogotá D.C., Colombia. Recuperado el Abril de 2018
- Acuña, J. (2013). *Mantenimiento centrado en la confiabilidad*. San José: Laureate.
- Arboccó Quesada, D. (23 de Marzo de 2014). *Padres De Las Teorias Administrativas Contemporáneas, Científicas Y Modernas*. Recuperado el Abril de 2018, de Blogger: <http://bucanto.blogspot.com.co/2014/03/padres-de-las-teorias-administrativas.html>
- Arrieta Posada, J. G. (Julio, Agosto, Septiembre de 2012). La Administración de operaciones y su papel central dentro de toda organización. *REVISTA Universidad EAFIT*, 19-27. Recuperado el Abril de 2018, de <http://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/928/833>
- Bernal, J. J. (29 de Mayo de 2015). *¿Qué es el análisis de causa raíz?* Recuperado el Abril de 2018, de PDCA Home: <https://www.pdcahome.com/7642/analisis-de-causa-raiz-metodologia-para-investigar-y-resolver-incidencias/>
- Carro Paz, R., & González Gómez, D. (5 de Julio de 2012). *El Sistema De Producción Y Operaciones*. Recuperado el Abril de 2018, de Universidad Nacional del Mar del Plata: [http://nulan.mdp.edu.ar/1606/1/01\\_sistema\\_de\\_produccion.pdf](http://nulan.mdp.edu.ar/1606/1/01_sistema_de_produccion.pdf)
- DAVAA. (21 de Febrero de 2012). *Objetivos*. Recuperado el Abril de 2018, de División De Aviación Asalto Aéreo Ejército Nacional (DAVAA): [https://www.aviacionejercito.mil.co/division\\_aviacion\\_asalta\\_aereo\\_ejercito\\_nacional/co nozcanos/objetivos](https://www.aviacionejercito.mil.co/division_aviacion_asalta_aereo_ejercito_nacional/co nozcanos/objetivos)

- DAVAA. (4 de Diciembre de 2015). *El mantenimiento aeronáutico en la Aviación del Ejército, trabajo silencioso que permite el vuelo seguro de las aeronaves*. Recuperado el Abril de 2018, de División De Aviación Asalto Aéreo Ejército Nacional (DAVAA):  
<https://ejercito.mil.co/?idcategoria=388525>
- Diaz, A. (2016). *Ebsco*. Obtenido de Ebsco:  
<http://web.b.ebscohost.com.ezproxy.umng.edu.co/ehost/detail/detail?vid=4&sid=eb41c349-bcae-4c08-9597-0b20971286a9%40pdc-v-sessmgr01&bdata=JnNpdGU9ZWwhvc3QtbGl2ZQ%3d%3d#db=a9h&AN=118565036>
- Ejercito Nacional de Colombia. (2016). *Manual Fundamental Del Ejército Sostenimiento EJC MFE 4-0* (Primera ed.). Bogotá D.C., Colombia: Imprenta Ejercito Nacional. Recuperado el Abril de 2018, de <https://www.ejercito.mil.co/?idcategoria=407107&download=Y>
- Espinosa, R. (13 de Mayo de 2017). *Benchmarking: Qué Es, Tipos, Etapas Y Ejemplos*. Recuperado el Abril de 2018, de New Marketing:  
<http://robertoespinosa.es/2017/05/13/benchmarking-que-es-tipos-ejemplos/>
- García Monsalve, G. (2006). *Introduccion A La Teoria De La Confiabilidad*. Recuperado el Abril de 2018, de Repositorio Institucional Universidad Nacional:  
[www.bdigital.unal.edu.co/12051/1/71657724.2006.pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/12051/1/71657724.2006.pdf)
- García Palencia, O. (2014). *La Cultura de la Confiabilidad Operacional*. Recuperado el Abril de 2018, de Reliabilityweb.com: <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/la-cultura-de-la-confiabilidad-operacional>
- Gasca, M. (2017). *Ebsco*. Obtenido de Ebsco:  
<http://web.b.ebscohost.com.ezproxy.umng.edu.co/ehost/detail/detail?vid=3&sid=eb41c349-bcae-4c08-9597-0b20971286a9%40pdc-v-sessmgr01&bdata=JnNpdGU9ZWwhvc3QtbGl2ZQ%3d%3d#AN=124602639&db=a9h>
- Hoyos Arango, A. (2010). *Modelo Para Aplicación De Rcm Aeronáutico En Colombia*. Recuperado el Abril de 2018, de Repositorio Institucional Universidad EAFIT:  
[https://repository.eafit.edu.co/xmlui/bitstream/handle/10784/426/Andres\\_HoyosArango\\_2010.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.eafit.edu.co/xmlui/bitstream/handle/10784/426/Andres_HoyosArango_2010.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- IITBombay. (2005). *Indian Institute of Technology BOMBAY*. Obtenido de Indian Institute of Technology BOMBAY:  
[http://nptel.ac.in/courses/112101005/downloads/Module\\_5\\_Lecture\\_3\\_final.pdf](http://nptel.ac.in/courses/112101005/downloads/Module_5_Lecture_3_final.pdf)

- Marrocco , F. (22 de Julio de 2011). *Enfoque Sistémico*. Recuperado el Abril de 2018, de Blogger: <http://teoriasistemasudo.blogspot.com.co/2011/07/enfoque-sistemico.html>
- Masci, F., & Thomas, j. (2015). *AGU Publicaciones*. Obtenido de AGU Publicaciones: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/2015RS005734>
- Maubray, J. (2004). *Mantenimiento Centrado En Confiabilidad* (En español ed.). Buenos Aires, Argentina: Ellman, Sueiro y Asociados. Recuperado el Abril de 2018, de <https://es.slideshare.net/oliver4ever/libro-rcm-de-j-moubray>
- Mendoza Osorio, K. C. (07 de Mayo de 2013). *Importancia de la ingeniería de confiabilidad en la organización*. Recuperado el Abril de 2018, de Gestipolis: <https://www.gestipolis.com/importancia-de-la-ingenieria-de-confiabilidad-en-la-organizacion/>
- Moubray, J. (2004). *Introducción Al Mantenimiento Centrado En Confiabilidad* (Edición En Español ed.). Buenos Aires, Argentina: Ellman, Sueiro y Asociados . Recuperado el Abril de 2018, de <https://www.scribd.com/doc/146193755/02-RCM-II-John-Moubray-Libro-Completo>
- Pérez Jaramillo, C. M. (5 de Marzo de 2015). *Confiabilidad: Conceptos Y Tendencias*. Recuperado el Abril de 2018, de Visión Industrial: <http://www.visionindustrial.com.mx/industria/operacion-industrial/confiabilidad-conceptos-y-tendencias>
- Pérez, O. (31 de Marzo de 2016). *6 Consejos para la planeación estratégica de tu empresa*. Recuperado el Abril de 2018, de PeopleNext: <http://blog.peoplenext.com.mx/6-consejos-para-la-planeacion-estrategica-de-tu-empresa>
- Reyes Aguilar, P. (Diciembre de 2006). *Curso De Confiabilidad*. Recuperado el Abril de 2018, de Servicios de consultoría: [www.icicm.com/files/CURSO\\_CONFIABILIDAD.doc](http://www.icicm.com/files/CURSO_CONFIABILIDAD.doc)
- Sikorsky Aircraft. (1996). *Technical Manual TM 1-1520-237-23-6*. Washington D. C.: Army USA. Recuperado el Abril de 2018
- Smith, D. (2011). *Reliability Maintainability and Risk Practical Methods for Engineers* . New York: Reliability Centred Maintenance and Safety.
- WorkMeter. (18 de Marzo de 2013). *¿Qué es y para qué sirve la mejora continua?* Recuperado el Abril de 2018, de WorkMeter: <https://es.workmeter.com/blog/bid/273276/qu-es-y-para-qu-sirve-la-mejora-continua>

