

Diseño de la Unidad Organizacional de Mantenimiento basada en las buenas prácticas de sistemas de calidad de clase mundial en el sector aeronáutico. Caso de Estudio: Venezuela.

Milton Simancas¹, Ana Guillen²

miltonsimancas@gmail.com¹, anajuliaguillen@yahoo.com²

Postgrado de Sistemas de la Calidad, Facultad de Ingeniería, Universidad Católica Andrés Bello, Caracas, Venezuela¹²

Resumen

El propósito de la investigación es el diseño de una unidad organizacional de mantenimiento para la mejora de la gestión de la calidad en el sector aeronáutico nacional alineado con las buenas prácticas del sector transporte aeronáutico y adicionando la cultura del mantenimiento de clase mundial; como lo son el predictivo, preventivo, correctivo y el basado en la confiabilidad, estableciendo indicadores de gestión en cumplimiento las directrices de la Organización de Aviación Civil Internacional, OACI, la cual es una agencia especializada en aviación civil internacional adscrita a la Organización de las Naciones Unidas (ONU). Estas directrices proporcionan criterios de desempeño a las autoridades aeronáuticas mundiales ya que, estos últimos, son los responsables de vigilar y supervisar el espacio aéreo, garantizando la seguridad operacional de los involucrados en el tráfico mundial de aeronaves. Para el caso de Venezuela es una oportunidad de mejora en el área de mantenimiento o aeronavegabilidad pudiendo verse incrementado en su capacidad técnica y funcional para mantener la seguridad operacional. Esto impactará de forma positiva en la optimización de los procesos y mejoras en la calidad, obteniendo unidades organizativas eficaces que puedan trabajar de forma eficiente y segura. Todo esto, basándose en el contexto metodológico que permitirá determinar la dirección que será aplicada para llevar a cabo el proyecto de investigación documental, de campo, no experimental y transeccional contemporáneo. El diseño de la estructura orgánica conjugó, las mejores prácticas en mantenimiento de clase mundial y los sistemas de calidad, alineándose a lo establecido por la Organización de Aviación Civil Internacional, OACI y la Legislación Aeronáutica Venezolana vigente.

Palabras Clave: Mantenimiento, Sistemas de Calidad, Buenas Prácticas, Clase Mundial.

Design of the Organizational Maintenance Unit based on the best practices of world class quality systems in the aeronautical sector. Case Study: Venezuela.

Abstract

The purpose of the research is the design of an organizational maintenance unit for the improvement of quality management in the national aeronautical sector, aligned with the good practices of the aeronautical transport sector and adding a world-class maintenance culture; such as predictive, preventive, corrective and reliability-based, establishing management indicators in compliance with the guidelines of the International Civil Aviation Organization, ICAO, which is an agency specialized in international civil aviation attached to the Organization of the United Nations (UN). These guidelines provide performance criteria to the world aeronautical authorities since, the latter, are responsible for monitoring and supervising the airspace, guaranteeing the operational safety of those involved in world aircraft traffic. In the case of Venezuela, it is an opportunity for improvement in the area of maintenance or airworthiness, which may be increased in its technical and functional capacity to maintain operational safety. This will have a positive impact on the optimization of processes and improvements in quality, obtaining effective organizational units that can work efficiently and safely. All this, based on the methodological context that will allow to determine the direction that will be applied to carry out the project of documentary, field, non-experimental and contemporary transeccional research. The design of the organic structure combined the best practices in world-class maintenance and quality systems, aligning with what is established by the International Civil Aviation Organization, ICAO and the current Venezuelan Aeronautical Legislation.

Keywords: Maintenance, Quality Systems, Good Practices, World Class.

I. INTRODUCCIÓN

La actividad aeronáutica mundial, es regulada y supervisada por las autoridades aeronáuticas de cada país, mediante las normas y métodos recomendados: SARP's [1], (Standards and Recomendad Practices) emitidas por la Organización de Aviación Civil Internacional, OACI.

La OACI y los países miembros establecieron principios jurídicos fundamentales para el mantenimiento del buen orden social entre las comunidades de naciones, con respecto a los espacios aéreos, sus regulaciones y normativas propias en cada Estado, pero con adhesión a la comunidad internacional; debido a la naturaleza de la materia. Por ende, el cuerpo jurídico que abarca los principios aéreos es el Convenio sobre Aviación Civil Internacional [2] (Convenio de Chicago) firmado en Chicago el 7 de diciembre de 1944 por 52 países, entre ellos Venezuela contando hasta la fecha 192. El mismo, contiene cuatro (4) partes y 96 artículos; de los cuales en concordancia con los artículos 37, 54 y 90 del mencionado convenio, se originan los diecinueve (19) anexos al convenio de aviación civil Internacional, siendo mejor conocidos como las normas y métodos recomendados, SARP's. [1]

Entre los anexos, se encuentra el 6 - Operación de Aeronaves, en tres Volúmenes, (Transporte Aéreo Comerciales Internacional, Aviación General Internacional y Operaciones Internacionales - Helicópteros) [3], y el 8 – Aeronavegabilidad [4] donde el primero (anexo 6) hace énfasis en las operaciones de aeronaves, sin embargo, considera los ítems de mantenimiento que debe controlar la aviación internacional en sus diferentes modalidades. El segundo (anexo 8), considera normas de carácter general para la aeronavegabilidad desde el nacimiento de la aeronave.

Igualmente, derivado de los anexos anteriores, se genera el Documento Nro. 9760, denominado Manual de Aeronavegabilidad [5], donde provee orientación a los países o estados contratantes del convenio, sobre cómo crear una organización que se encargue de inspeccionar la aeronavegabilidad y garantizar que las aeronaves en sus registros sean mantenidas en condiciones óptimas. Este orienta a los operadores y las autoridades estatales sobre los procedimientos para mantener la aeronavegabilidad de la aeronave.

La Figura 1 a continuación sintetiza, lo expuesto anteriormente referente al Documento 7300 – Convenio de Chicago como un esquema explicativo.

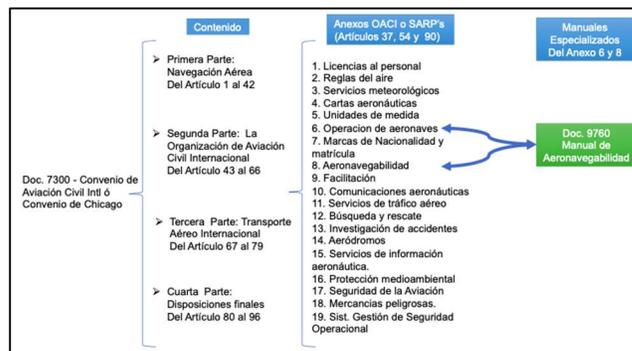


Figura 1: Esquema Explicativo del Convenio, Anexos OACI, Manuales Especializados. **Fuente:** [6].

Para esta investigación, el ente regulador de la actividad aeronáutica en Venezuela es el Instituto Nacional de Aeronáutica Civil (INAC), el cual debe regular, fiscalizar y supervisar las actividades de la aeronáutica civil. Este debe velar por el cumplimiento de los derechos y deberes de los usuarios del servicio público de transporte aéreo, ejercer la vigilancia permanente de la seguridad operacional y protección de la aviación civil; incluyendo los servicios a la navegación aérea y desarrollar las políticas aerocomerciales del espacio aéreo. El mencionado Instituto, en su organigrama, contiene el área de trabajo de aeronavegabilidad, sin embargo, en este no hay correspondencia en estructura organizacional con lo establecido en el Documento 9760 - Aeronavegabilidad, [5] además de no poseer un sistema de calidad que de forma a los procesos internos, para así mantener un estándar de criterios, mejora continua, innovación, mejora de procesos para disminuir tiempos de respuesta, calificación del personal, sueldos y otros para lograr los resultados deseados.

Por esta razón se plantea la siguiente interrogante ¿Cómo debe estar diseñada la unidad organizacional de mantenimiento, basada en las buenas prácticas de sistemas de calidad de clase mundial en el sector aeronáutico para Venezuela?

- Objetivo

Diseñar la Unidad Organizacional de Mantenimiento basada en las buenas prácticas de sistemas de calidad de clase mundial en el sector aeronáutico. Caso de Estudio: Venezuela.

II. MÉTODO

El enfoque comprendió la revisión de la literatura especializada y juicio de expertos, la cual permitió abordar con mayor fiabilidad y validez la investigación. En primer lugar, se identificaron y analizaron las características del ámbito jurídico nacional e internacional y las buenas prácticas de clase mundial, del sector en estudio. En segundo lugar, se identificaron los procesos medulares y las competencias técnicas. Posteriormente, se redactaron los hallazgos de la triangulación de las competencias técnicas en aeronavegabilidad y los procesos medulares con las directrices de la Organización de Aviación Civil Internacional, para el diseño que se propone.

III. RESULTADOS

Para el desarrollo de esta investigación se establece como estructura orgánica, descrita por los autores Burns y Stalker (2011) [9], como una unidad funcional flexible adaptativa a los cambios; su estructura se identifica por fundamentarse en los procesos y en las competencias de sus trabajadores. Estos tipos de organizaciones se definen por tres factores generales: procesos, competencias y roles, implicando que los miembros comparten responsabilidades en la toma de decisiones. Ver Figura 2:



Figura 2: Factores que componen las Estructuras Orgánicas
Fuente: [7]

En referencia a los procesos, la cláusula 4.4 Sistema de Gestión de Calidad y sus procesos de la Norma ISO 9001:2015 [10], requiere específicamente la adopción por parte de la organización de un enfoque de proceso al desarrollar, implementar y mejorar la efectividad de su sistema de gestión, enfatizando el punto de que es más probable mejorar el rendimiento (calidad) cuando las actividades se entienden y se administran como procesos interrelacionados.

La norma específica que la organización debe:

- Determinar las entradas requeridas y las salidas esperadas de cada uno de sus procesos.
- La secuencia e interacción de estos procesos.
- La aplicación de los criterios y métodos (incluido el monitoreo, las mediciones y los indicadores de rendimiento) necesarios para garantizar la operación efectiva y el control de estos procesos.
- Establecer los recursos necesarios para estos procesos y asegurar su disponibilidad.
- Determinar las responsabilidades y roles para estos procesos.
- Abordar los riesgos y oportunidades según se determine de acuerdo con los requisitos.
- Evaluar los procesos e implementar cambios necesarios para garantizar el logro de los resultados previstos.
- Documentar las lecciones aprendidas para mejorar los procesos y el sistema de gestión de calidad.

El segundo factor implica las competencias, puede describirse como una combinación de habilidades, conocimientos relacionados y atributos para producir un trabajo o tarea hacia un estándar establecido. Un estándar de competencia puede describirse como una norma o especificación de desempeño generalmente aceptada que establece las habilidades, el conocimiento y las actitudes necesarias para operar de manera efectiva. Es importante comprender que existe una diferencia entre una "competencia" como se definió anteriormente y la "competencia laboral". La posesión de una cierta competencia no equivale necesariamente a ser competente en un trabajo en particular. La "competencia laboral" se relaciona con el "qué" se hace, mientras que las "competencias" se relacionan con la parte de "cómo".

El último de los factores refiere a los roles, el cual bajo la cláusula 5.3 Roles y Responsabilidades [10], recomienda definir las fichas de descripciones de

perfiles y de puestos de trabajo de los involucrados en los procesos.

Del mismo modo, deben establecerse los procesos medulares de la estructura orgánica de la unidad de mantenimiento del sector aeronáutico en Venezuela alineado a las buenas prácticas de sistemas de calidad en conformidad a la Norma ISO 9001:2015 [10].

Para que una entidad pueda administrar una cartera de activos (aeronaves, motores, etc.), se deben proporcionar procesos de administración de mantenimiento clave. El tamaño y la complejidad de la cartera determinan la escala de la estructura de gestión de mantenimiento, la responsabilidad y las responsabilidades asociadas con estos procesos:

- La Planificación de Mantenimiento son las actividades para desarrollar planes de administración de mantenimiento, que especifican las actividades per se, recursos, responsabilidades, plazos y riesgos detallados para el logro de los objetivos de administración de activos.
- La Administración de Operaciones de Mantenimiento se refiere a la organización de las actividades de mantenimiento necesarias para que los componentes del activo cumplan la función deseada. Implicando la identificación causa raíz, asegurando la salud y seguridad en el mantenimiento, coordinación de programas de mantenimiento y planificación de requisitos de materiales y equipos.
- El Monitoreo de Mantenimiento se refiere a la implementación de procesos y medidas para evaluar el desempeño y la salud de los componentes, utilizando indicadores para tal fin.
- Los Registros de Mantenimiento y la Gestión del Conocimiento es un proceso que garantiza la creación, el mantenimiento, el uso y la eliminación adecuada de los registros a lo largo de su ciclo de vida para lograr un la eficiencia requerida, transparente y responsable. Incluyendo el desarrollo, intercambio, documentación, codificación y uso eficaz del conocimiento organizativo para respaldar la función de mantenimiento. También apoya la selección e implementación de sistemas de información y diagnóstico.
- La Gestión del Rendimiento y la Presentación de Informes son los procesos que proporcionan información esencial para determinar si el rendimiento está en conformidad con las políticas, normas, planes estratégicos, procedimientos,

objetivos y objetivos de rendimiento de la organización.

La figura a continuación proporciona una descripción general de las cinco (5) procesos medulares de administración de mantenimiento y sus actividades centrales.

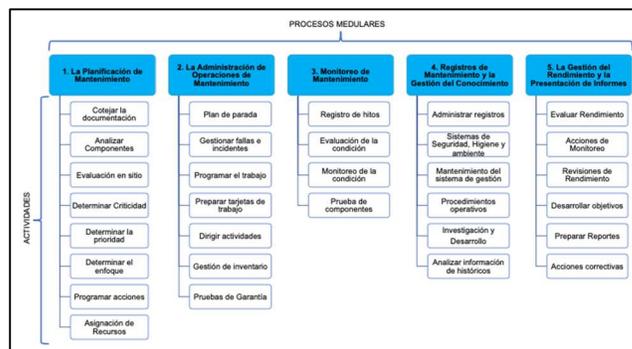


Figura 3: Funciones de Administración de Mantenimiento y sus Procesos medulares. Fuente: [9].

Basado en la figura anterior, se desarrolló el marco de competencias técnicas por cada proceso medular basado en las buenas prácticas de la industria aeronáutica mundial.

La tabla a continuación, se origina de la triangulación de las competencias técnicas en aeronavegabilidad y los procesos medulares con las directrices de la Organización de Aviación Civil Internacional [8] y de gestión de mantenimiento (ISO 55001:2015) dando como fundamentos que toda operación desde su diseño, esta apalancado con un sistema de gestión de calidad.

Tabla I: Administración de Mantenimiento contra Competencias

Grupo	Competencia	Planificación de Mantenimiento	Administración de Operaciones de Mantenimiento	Monitoreo de Mantenimiento	Registros de Mantenimiento y la Gestión del Conocimiento	Gestión del Rendimiento y la Presentación de Informes
Requerimientos Técnicos	Identificar los componentes					
	Operaciones activas					
	Evaluación del estado					
	Interpretación de los códigos de prácticas					
	La estimación de costos					
	Gestión de fallos e incidentes					
	Probar los componentes y la aplicación de la tecnología en el mantenimiento de los sistemas de diagnóstico					
	La aplicación de la tecnología en los sistemas de gestión del mantenimiento					
	El análisis del ciclo de vida					
	La ingeniería de confiabilidad					

Fuente: [10].

En este contexto la persona con más alto rango en esta unidad, debe tener las siguientes competencias:

- Esta persona será responsable de supervisar y evaluar el rendimiento del personal adscrito al área de aeronavegabilidad. Proporcionará recomendaciones relacionadas con la gestión de activos. Debe estar actualizado en los requisitos reglamentarios nacionales e internacionales y buenas prácticas de clase mundial inherentes al área.

- La misma deberá planificar, dirigir, coordinar las actividades de Ingeniería e Inspección en que se realizan en las diferentes unidades organizativas que integran esta división o una unidad de jerarquía similar, mediante la implementación y ejecución de sistemas de auditorías internas al personal de inspectores de aeronavegabilidad; de auditorías externas para la verificación, certificación y vigilancia de la industria aeronáutica y sus productos, así como también la certificación del diseño y la producción de productos aeronáuticos, a fin de mantener los máximos niveles de seguridad operacional y contribuir al desarrollo de industria aeronáutica de forma armoniosa.

- Obligaciones y responsabilidades esenciales:

- Administrar al recurso humano adscrito al área o unidad.

- Asegurar el cumplimiento de las directrices nacionales e internacionales.

- Conocimiento práctico de las regulaciones vigentes, las mejores prácticas de la industria, la Occupational Safety and Health Administration (OSHA), International Organization for Standardization (ISO), Institute of Electrical And Electronics Engineer (IEEE), American Society for Testing and Materials (ASTM), Una Norma Española en ISO (UNE ISO), y las inherentes al área.

- Cumplir con las políticas internas de la empresa y los procedimientos descritos en los sistemas de gestión de activos y de calidad de la organización.

- Habilidades comunicacionales de eficacia y precisión con el cliente, los proveedores y otros departamentos internos.

- Mantener un ambiente de trabajo seguro y reportar cualquier condición insegura.

- Realizar los planes subsidiarios de mantenimiento de clase mundial y de la calidad, participando con el personal adscrito.

- Programar las inspecciones ajustadas en los estándares establecidos por el explotador aéreo, la regulación vigente y las mejores prácticas de gestión de activos.

- Responsable de informar las discrepancias en las averías y problemas técnicos complejos.

- Responsable de la gestión de la documentación generada en el área o unidad.

- Cuando sea requerido, realizar actividades típicas de cargos subordinados.

- Custodio de la documentación inherente al área o unidad.

- Responsable de las actualizaciones e interfaces con los sistemas de gestión de activos y de la calidad.

- Realizar la planificación de las auditorías de las actividades de mantenimientos.

- Proporcionar recomendaciones como resultados de la supervisión e inspección de actividades de mantenimiento y oportunidades de mejoras, según sea necesario.

- Establecer contratos, publicaciones y suscripciones.

- Preparar el presupuesto anual de la gerencia.

- Otras tareas pueden ser asignadas, según sea necesario.

IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo se presenta la propuesta del diseño de la unidad organizacional de mantenimiento de basada en las buenas prácticas de sistemas de calidad de clase mundial en el sector aeronáutico para Venezuela. La estructura del mismo se muestra en la Figura 4:



Figura 4: Estructura de Análisis de los Resultados
Fuente: [10]

En referencia al ítem Nro. 1 de la figura IV, en concordancia con lo estipulado por el ámbito jurídico Venezolano y el Documento 9760 de la OACI Manual de Aeronavegabilidad [4], se presenta la ubicación del diseño que se propone en este trabajo de investigación, el mismo se muestra a continuación:

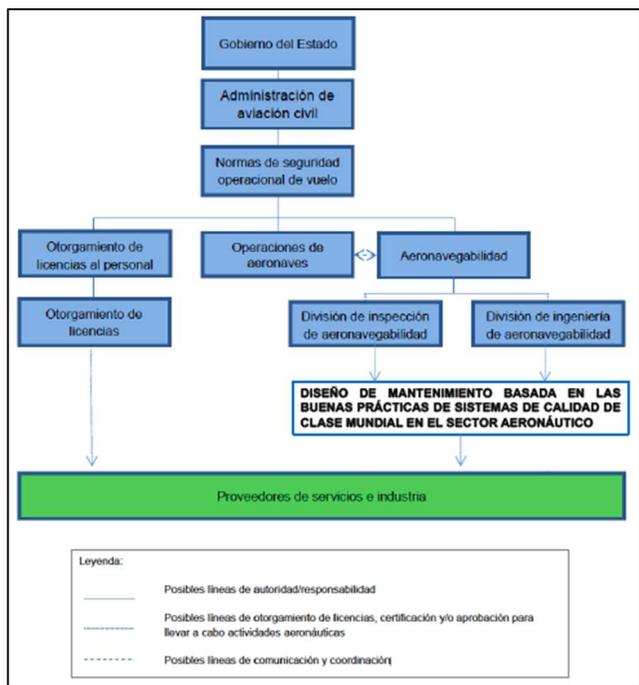


Figura 5: Ubicación de la Unidad Propuesta
Fuente: [10]

La estructura y magnitud del organismo de aeronavegabilidad de la Autoridad Aeronáutica Civil variará considerablemente según el número,

importancia y complejidad de sus operaciones (comerciales y privadas) de aviación civil del Estado y su alcance. El Estado Venezolano, tiene la potestad de decidir la adscripción de esta unidad a un organismo existente o permitir su funcionamiento por parte de entes privado, manteniendo la supervisión y control de la misma.

Iguamente, los perfiles de cargos del personal subordinado dependerá de las directrices de la unidad tomando en cuenta el perfil de mas alto rango mencionado en los resultados.

La figura siguiente muestra el organigrama basado en los procesos medulares y actividades, con las unidades superiores directas. La denominación de esta unidad corresponderá al organismo que implemente en base a sus directrices.

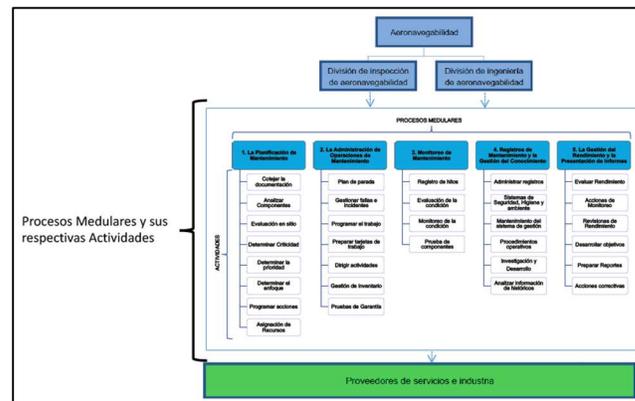


Figura 6: Organigrama y sus procesos medulares.

Continuando con la Figura 4, ítem Nro 2, el equipo o personal de trabajo - su conformación dependerá del organismo que lo implemente - involucrado en los procesos y actividades señaladas, sus deberes, responsabilidades, planificación y ejecución de actividades deberán estar en concordancia con el Documento 9760 de la OACI - Manual de Aeronavegabilidad [4] en las cláusulas correspondientes a la 4.2 a la 4.7, las Leyes y Regulaciones Nacionales vigentes que determinarán las descripciones de sus respectivos cargos.

En el ítem 3, de la Figura 4, refiere a los beneficios de implementar el diseño de esta unidad. Estos se basan en la Seguridad y el Mejoramiento Continuo. A nivel de Seguridad, se encuentra la mejora en el cumplimiento de los ocho (8) elementos críticos del sistema de vigilancia de la seguridad operacional [11] estipulados por la OACI, estos se ven impactados positivamente

para el área de mantenimiento (aeronavegabilidad) en conjunto con las operaciones, ya que los procesos medulares se diseñaron para estar alineados con un sistema de gestión de calidad y buenas prácticas de clase mundial para garantizar operaciones eficientes y seguras.

Visto desde la perspectiva de Mejoramiento Continuo de la Ingeniería del Mantenimiento, esta propuesta presenta una visión técnico-económica más amplia integrando prácticas gerenciales, de ingeniería y de logística, basado en las buenas practicas de clase mundial del sector aeronáutico internacional. El Mantenimiento de Clase Mundial engloba a todos los procesos o acciones que son capaces de mantener la capacidad productiva, en relación con los objetivos para los que fueron creados, contratados y/o adquiridos, cuidando a su vez la seguridad de las personas y el entorno, el medio ambiente, la calidad y de la gestión de la unidad.

Y, por último, en el ítem 4, de la Figura 4, las buenas prácticas de implementación de este tipo de mantenimiento de clase mundial sugieren establecer estrategias y planificar con los actores o involucrados que participarán en ella, tomando en cuenta que es importante identificar y evaluar las barreras referentes a la resistencia al cambio para poner operativa la mencionada unidad.

De igual manera, la investigación requirió el desarrollo de los planes subsidiarios los cuales se fundamentan en tres (3) aspectos importantes como son: la Gestión de Mantenimiento, la estructura de cada plan y sus indicadores de gestión.

Por ende, luego de la evaluación y posterior consulta con los expertos del sector aeronáutico internacional, se seleccionó el Total Productive Maintenance (TPM) como filosofía de Gestión para la unidad que se propone en esta investigación, para eliminar las pérdidas en mantenimiento debido al estado de los equipos; es decir, mantenerlos en disposición, para producir a su capacidad máxima, producto de la calidad esperada; sin paradas no programadas de acuerdo con Borrís (2006) [14].

La unidad debiera adaptar los ocho (8) pilares que se basa el TPM, los cuales le serviran de apoyo para la construcción de un sistema de producción ordenado y se implementa siguiendo una secuencia efectiva, ver figura a continuación:

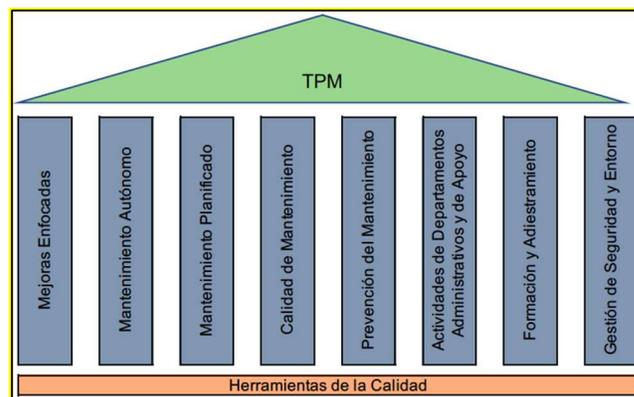


Figura 7: Pilares del TPM.
Fuente: [12]

En el segundo aspecto, la unidad debe enfocarse en los planes primarios de la gestión de mantenimiento y se desarrollarán basándose en las estructuras de clase mundial y la filosofía TPM, Estos se presentan a continuación:

- El Mantenimiento Preventivo
- El Mantenimiento Predictivo
- El Mantenimiento Correctivo
- El Mantenimiento centrado en la confiabilidad

Adicional a los planes antes mencionados, y basándose en la recomendación de los expertos y el Instituto Marshall (2018) [13], se encuentran los planes de apoyo, entre ellos están: el Plan de recursos humanos, el Plan de Información, el Plan de Equipos y Herramientas y el Plan de Programación de Actividades.

La estructura de los planes subsidiarios se basó en los preceptos o fundamentos básicos de sistemas de calidad, con respecto a la estandarización y normalización, por ende, las normas seleccionadas aplican de manera directa en el objeto de estudio, en concordancia con la gestión de mantenimiento recomendada (Total Productive Maintenance, TPM).

Por lo tanto, se realizó un análisis comparativo [10] entre las normas ISO 55001:2014 [14], OHSAS 18001:2007 [16] (Actualmente ISO 45001:2018), ISO 14001:2015 [15] e ISO 9001:2015 [8], para normalizar la estructura de los planes subsidiarios. La correspondencia se inicia con la ISO 55001:2014 [14], debido a que la misma se encuentra relacionada

directamente con el objeto de estudio; en segundo lugar, la norma OHSAS 18001:2007 [16], por la relación con las actividades laborales; en tercer lugar, la norma ISO 14001:2015 [15], el cual describe el ambiente de trabajo y por último la norma ISO 9001:2015 [10] que corresponde a la gestión de la calidad. Ver Tabla siguiente.

Luego de la comparación y validación por los expertos, la estructura del plan estará en concordancia con la norma ISO 55001:2014 [14], debido a que la misma cubre todos los requerimientos exigidos por la normativa OACI y las buenas prácticas de clase mundial.

Tabla II: Correspondencia entre Normas ISO 55001, OSHAS 18001/ ISO 14001 e ISO 9001

ISO 55001	OSHAS 18001/ ISO 45001:2018	ISO 14001	ISO 9001
0 Introducción	0 Introducción	0 Introducción	0 Introducción
1 Alcance	1 Alcance	1 Alcance	1 Alcance
2 Referencias normativas	2 Referencias normativas	2 Referencias normativas	2 Referencias normativas
3 Términos y definiciones	3 Términos y definiciones	3 Términos y definiciones	3 Términos y definiciones
4 requisitos del sistema de gestión de activos (sólo título)	4 OH & S los elementos del sistema de gestión (sólo título)	4 requisitos del sistema de gestión ambiental (Sólo título)	4 sistema de gestión de calidad (sólo título)
4.1 Requerimientos generales	4.1 Requerimientos generales	4.1 Requerimientos generales	4.1 Requerimientos generales
4.2 la política de gestión de activos	4.2 política de S & SO	4.2 Política de medio ambiente	5.1 compromiso de la dirección 5.3 Política de calidad
4.3 estrategia de gestión de activos, objetivos y planes (sólo título)	4.3 Planificación (título solamente)	4.3 Planificación (título solamente)	5.4 Planificación (título solamente)
4.3.1 estrategia de gestión de activos	-	-	-
4.3.2 objetivos de gestión de activos	4.3.3 Objetivos y programa (s)	4.3.3 Objetivos, metas y programa (s)	5.4.1 Objetivos de calidad
4.3.3 plan de gestión de activos(s)	4.3.3 Objetivos y programa (s)	4.3.3 Objetivos, metas y programa (s)	5.4.2 la planificación del sistema de gestión de calidad 7.1 Planificación de la realización del producto
4.3.4 Planificación de contingencias	4.4.7 preparación y respuesta a emergencias	4.4.7 preparación y respuesta a emergencias	-
4.4 habilitadores de gestión de activos y controles	-	-	-
4.4.1 Estructura, la autoridad y las responsabilidades	4.4.1 Recursos, funciones, responsabilidad, rendición de cuentas y la autoridad	4.4.1 Recursos, funciones, responsabilidad y autoridad	5.1 compromiso de la dirección 6.1 Provisión de recursos 6.3 Infraestructura
4.4.2 La externalización de las actividades de gestión de activos	-	-	-
4.4.3 Formación, sensibilización y competencia	4.4.2 Competencia, formación y sensibilización	4.4.2 Competencia, formación y sensibilización	6.2.1 (Recursos humanos) general 6.2.2 Competencia, toma de conciencia y formación 5.5.3 Comunicación interna
4.4.4 Comunicación, participación y consulta	4.4.3 Comunicación, participación y consulta	4.4.3 Comunicación	7.2.3 comunicación con el cliente
4.4.5 La documentación del sistema de gestión de activos	4.4.4 Documentación 4.4.5 Control de documentos	4.4.4 Documentación 4.4.5 Control de documentos	4.2.1 (Los requisitos de documentación) general 4.2.3 Control de documentos
4.4.6 Gestión de la información	4.4.5 Control de documentos	4.4.5 Control de documentos	4.2.3 Control de documentos
4.4.7.1 proceso de gestión del riesgo(es)	4.3.1 Identificación de peligros, evaluación de riesgos y controles que determinan	4.3.1 Aspectos ambientales	-
4.4.7.2 metodología de gestión de riesgos	-	-	-
4.4.7.3 la identificación y evaluación de riesgos	-	-	-
4.4.7.4 Uso y mantenimiento de la información de riesgos de activos	-	-	-
4.4.8 requisitos legales y otros	4.3.2 requisitos legales y otros	4.3.2 requisitos legales y otros	5.2 Enfoque en el cliente 7.2.1 Determinación de los requisitos relacionados con el cliente
4.4.9 La gestión del cambio	4.3.1 Identificación de peligros, evaluación de riesgos y controles que determinan	4.3.1 Aspectos ambientales	5.2 Enfoque en el cliente 7.2.2 Revisión de los requisitos relacionados con el producto 8.5.1 Mejora continua

4.5 Implementación del plan (es) de gestión de activos (sólo título)	4.4 Implementación y operación (título solamente)	4.4 Implementación y operación (título solamente)	7 Realización del producto (título solamente)
4.5.1 actividades del ciclo de vida	4.4.6 Control operacional	4.4.6 Control operacional	7.1 Planificación de la realización del producto 7.2 procesos relacionados con el cliente 7.3 Diseño y desarrollo 7.4 Adquisitivo 7.5 Producción y prestación del servicio
4.5.2 Herramientas, instalaciones y equipos	-	-	7.6 Control de los dispositivos de seguimiento y medición
4.6 La evaluación del rendimiento y la mejora (título solamente)	4.5 Comprobación (sólo título)	4.5 Comprobación (sólo título)	8 Medición, análisis y mejora (sólo título)
4.6.1 El monitoreo del desempeño y la condición	4.5.1 medición y monitoreo del desempeño	4.5.1 Seguimiento y medición	8.1 General 8.2.3 Seguimiento y medición de los procesos 8.2.4 Seguimiento y medición del producto 8.4 Análisis de los datos
4.6.2 Investigación de fallas relacionadas por activos, incidentes y no conformidades	4.5.3 Investigación de incidentes, no conformidades, acciones correctivas y preventivas (título solamente) 4.5.3.1 Investigación del incidente	-	8.3 Control de producto no conforme
4.6.3 Evaluación del cumplimiento	4.5.2 Evaluación del cumplimiento	4.5.2 Evaluación del cumplimiento	8.2.3 Seguimiento y medición de los procesos 8.2.4 Seguimiento y medición del producto
4.6.4 Auditoría	4.5.5 Auditoría interna	4.5.5 Auditoría interna	8.2.2 Auditoría interna
4.6.5 Las acciones de mejora	4.5.3.2 Disconformidad, acción preventiva y correctiva	4.5.3 No conformidad, acción y acción	8.3 Control de producto no conforme 8.4 Análisis de los datos 8.5.2 Acción correctiva 8.5.3 Acción preventiva
4.6.5.1 correctivo y acción preventiva	-	-	-
4.6.5.2 Mejora continua	-	-	-
4.6.6 Archivos	4.5.4 Control de los registros	4.5.4 Control de los registros	4.2.4 Control de los registros
4.7 Revisión de gestión	4.6 Revisión de gestión	4.6 Revisión de gestión	5.1 compromiso de la dirección 5.6 Revisión por la dirección (sólo título) 5.6.1 General 5.6.2 Información para la revisión 5.6.3 Resultados de la revisión 8.5.1 Mejora continua

El tercer y último aspecto, está relacionado con los indicadores de gestión en mantenimiento. Estos se pueden definir según Smith (2003) [19], como una colección de una o más medidas que se centran en una situación predefinida.

Además, pueden combinarse con el propósito de obtener información objetiva y se pueden utilizar para evaluar parámetros o procesos críticos desde el punto de vista del mantenimiento.

Por lo tanto, los indicadores de gestión según Raju (2012) [20], deben plantearse en base a definiciones y supuestos. Los términos a continuación son utilizados en la formulación de los índices de medición del rendimiento:

- **Medición del rendimiento:** es el proceso de cuantificación de la eficiencia y la eficacia de la acción. Una medida de desempeño se puede definir como una unidad métrica para cuantificar la eficiencia y/o la efectividad de una acción.

- Disponibilidad operacional: es el grado en que la aeronave se encuentra en estado operativo y disponible para iniciar operaciones, cuando se requiera en cualquier circunstancia.
- Flota neta en servicio: se obtiene de la relación entre el número de aeronaves de la flota disponible para operaciones y la cantidad total de aeronaves de la flota. El número total de aeronaves, incluye la aeronave en mantenimiento programado y la aeronave en espera de repuestos.
- Paquete de trabajo y registro de trabajo: son el número y la cantidad de controles que deben realizarse durante cada nivel de mantenimiento, los cuales son estipulados por el fabricante o por el usuario. Los servicios se emiten en forma de paquetes de trabajo, en los que todas las actividades que se deben realizar, están enumeradas cronológicamente con los valores y tolerancias estándar; los resultados son asentados en las bitácoras respectivas.
- El entorno de trabajo influye directamente en el recurso humano, como la temperatura, la humedad, los olores, el polvo, la estética, la acústica, la iluminación. Estos deben controlarse para lograr las condiciones ideales y mejorar la eficiencia al realizar una tarea particular.

Por consiguiente, los indicadores de desempeño de mantenimiento que se formulan en esta investigación, siguen los siguientes supuestos:

- No hay retrasos en la cadena de suministro.
- El equipo de mantenimiento está capacitado y conformado por equipos de trabajo, adecuados para ejecutar las tareas de mantenimiento.
- Debe existir la disponibilidad de equipos, herramientas y tecnología.

En la Tabla a continuación, se enumeran dieciséis (16) indicadores de gestión de mantenimiento recomendados por Smith (2003) [19], clasificados en seis (6) grupos principales:

Tabla III: Indicadores de Gestión de Mantenimiento

GRUPOS PRINCIPALES	INDICADORES CLAVES	FÓRMULAS
1. Fiabilidad/Mantenibilidad	• TPEF (tiempo promedio entre fallas) por la operación total, por área y por equipo.	$TPEF_1 = \frac{Oper. \text{ Totales}}{\text{Tiempo (especificado)}}$ $TPEF_2 = \frac{Oper. \text{ área}}{\text{Tiempo (especificado)}}$ $TPEF_3 = \frac{Oper. \text{ por equipo}}{\text{Tiempo (especificado)}}$
	• TPDR (tiempo promedio de reparación)	$TPDR = \frac{\text{Unidades a reparar}}{\text{Tiempo de reparación Total}}$
	• TPER (tiempo promedio entre reparaciones).	$TPER = \frac{\text{Total equipos reparados}}{\text{Tiempo total en reparación}}$
	• EGE (Eficacia general del equipo).	$EGE = \frac{\text{Tiempo real de reparación}}{\text{Tiempo estimado de reparación}}$
2. Indicador de Mantenimiento Preventivo	• Las horas de trabajo de prevención por las horas de trabajo extras.	$MP_1 = \frac{\text{Horas laborales}}{p\%} / \text{Horas totales correctivas}$
	• Órdenes de trabajo preventivas como resultado de las inspecciones.	$MP_2 = \frac{\text{Órdenes de trabajo preventivas}}{\text{Nro. de inspecciones}}$
3. Planificación y Programación.	• Cumplimiento planificado (CP) según horario.	$CP = \frac{\text{Tareas planif.}}{\text{Horas laborales}}$
	• Trabajo planificado por trabajo programado. (TP)	$TP = \frac{\text{Horas planif.}}{\text{Horas Programas}}$
4. Administración de Materiales	• Nivel de Inventario. (NI)	$NI = \frac{\text{Materiales usados}}{\text{Materiales disponibles}}$
	• Exactitud del inventario. (EI)	$EI = \frac{\text{Cant materiales}}{\text{Tiempo de reposición}}$
5. Supervisión del Mantenimiento	• Control de Mantenimiento (CM)	$CM = \frac{\text{Horas no planif.}}{\text{Horas totales laborables}}$
	• La eficiencia del personal (EP)	$EP = \frac{\text{Horas totales completadas}}{\text{Horas totales programadas}}$
	• Disciplina de orden de trabajo (DP)	$DP = \frac{\text{Trabajo total completado}}{\text{Total de ordenes de trabajo}}$
6. Productividad del Proceso de Trabajo	• Productividad del Proceso por activo (PP ₁)	$PP_1 = \frac{\text{Costo total de Mto}}{\text{Valor neto de activos}}$
	• Productividad del Proceso por unidades (PP ₂)	$PP_2 = \frac{\text{Costo de Mto}}{\text{Unidades mantenidas}}$
	• Productividad. (PP ₃)	$PP_3 = \frac{\text{Horas extras}}{\text{Horas totales planif.}}$

Fuente: [17]

Cabe destacar que las fórmulas de los indicadores claves señalados anteriormente, son de índole referencial. Los mismos deberán ser desarrollados para las actividades en particulares durante el proceso de implementación de la unidad organizacional.

Estos indicadores de gestión medirán los procesos y sus resultados dependerán del entorno en que estos se desarrollen, y no deben ser objeto ni de sesgo ni de manipulación.

V. CONCLUSIÓN

El término "orgánico" sugiere que las organizaciones cambian sus estructuras, roles y procesos para responder y adaptarse a sus entornos, el énfasis está en la efectividad, la resolución de problemas, la capacidad de respuesta, la flexibilidad, la adaptabilidad, la creatividad y la innovación.

El diseño propuesto en esta investigación, conjuga las mejores prácticas en mantenimiento de clase mundial en la industria aeronautica internacional y los sistemas de calidad, alineándose a lo establecido por la

Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) y la Legislación Aeronáutica Venezolana vigente, esto quiere decir, que se desarrolla en base a los procesos medulares y sus respectivas competencias técnicas en el marco de las funciones del área de aeronavegabilidad, con el apoyo de expertos en las áreas correspondientes o inherentes a la elaboración de la unidad organizacional.

La implementación de esta unidad, es potestad del Estado Venezolano, de decidir la adscripción a un organismo existente o permitir su funcionamiento por parte de entes privados, manteniendo la supervisión y control de la misma. Los perfiles de cargos del personal subordinado dependerá de las directrices de la organización, tomando en cuenta el perfil de alto rango mencionado en los resultados.

Los beneficios de implementar esta unidad, se basan en la Seguridad y el Mejoramiento Continuo. A nivel de Seguridad en el cumplimiento de los ocho (8) elementos críticos del sistema de vigilancia de la seguridad operacional [11] estipulados por la OACI, estos se ven impactados positivamente para el área de mantenimiento (aeronavegabilidad) en conjunto con las operaciones, ya que los procesos medulares se diseñaron para estar alineados con un sistema de gestión de calidad y buenas prácticas de clase mundial de la industria aeronáutica internacional para garantizar operaciones eficientes y seguras.

REFERENCIAS

- [1]. Organización de Aviación Civil Internacional. SARPS's Normas y métodos recomendados, Convenios, Anexos y Manuales E. (s.f.). Recuperado el 2018, de www.oaci.int
- [2]. Organización de Aviación Civil Internacional. Convenio de Aviación Civil Internacional (Convenio de Chicago) - Documento Nro. 7300. Montreal, Quebec, Canadá: OACI. 2006.
- [3]. Organización de Aviación Civil Internacional. Anexo Nro. 6 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional, Operación de Aeronaves, Parte I -Transporte Aéreo Comercial Internacional, Aviones. Montreal, Quebec, Canadá: OACI. 2016.
- [4]. Organización de Aviación Civil Internacional. Anexo Nro. 6 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional, Operación de Aeronaves, Parte II - Aviación General Internacional, Aviones. Montreal, Quebec, Canadá: OACI. 2016.
- [5]. Organización de Aviación Civil Internacional. Anexo Nro. 6 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional, Operación de Aeronaves, Parte III - Aviación General Internacional, Helicópteros. Montreal, Quebec, Canadá: OACI. 2016.
- [6]. Organización de Aviación Civil Internacional. Anexo Nro. 8 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional, Aeronavegabilidad. Montreal, Quebec, Canadá: OACI. 2016.
- [7]. Organización de Aviación Civil Internacional. Manual de Aeronavegabilidad - Documento 9760. Montreal, Quebec, Canadá: OACI. 2014.
- [8]. Organización de Aviación Civil Internacional. Adaptado del [2, 3, 4, 5]. 2019.
- [9]. Burns T., Stalker G., The Management of Innovation. Oxford. New York. Oxford University Press. 2011.
- [10]. International Organization for Standardization. Sistema de Gestión de la Calidad - Fundamentos y Vocabulario 9001:2015. Geneva, Switzerland: ISO. 2015.
- [11]. The Construction Industry Development Board. Maintenance Competency Framework. Obtenido de: <http://www.cidb.org.za/>. 2019.
- [12]. Simancas, M., Trabajo de grado de maestría. Diseño de una unidad organizacional de mantenimiento basada en las buenas prácticas de sistemas de calidad de clase mundial en el sector aeronáutico. Caso de estudio: Venezuela. 2019.
- [13]. Organización de Aviación Civil Internacional, (OACI-LIMA). Elementos Críticos del Programa de Vigilancia de la Seguridad Operacional. (s.f.). Recuperado de www.srvsop.aero. 2019.
- [14]. Borris, S. Total Productive Maintenance. USA. The McGraw-Hill Companies, Inc. 2006.
- [15]. Marshall Institute. Maintenance Effectiveness Survey. Obtenido de <https://www.marshallinstitute.com/>. 2019.
- [16]. International Organization for Standardization. Asset management -- Management systems Requirements 55001:2014. Geneva, Switzerland: ISO. 2014.
- [17]. International Organization for Standardization. Environmental management systems -- Requirements with guidance for use. 14001:2015. Geneva, Switzerland: ISO. 2015.
- [18]. British Standards Institution. Occupational Health and Safety Management 18001:2007. London – United Kingdom. 2007.
- [19]. Smith, R. Key performance Indicators - Leading or Lagging and when to use. Obtenido de www.reliabilityweb.com. 2003.
- [20]. Raju V., Ganghi, O., Maintenance, Repair, and Overhaul Performance Indicators for Military Aircraft. Paper. Defence Science Journal. 2012.