

MANTENIMIENTO. ESTRUCTURA DE MANTENIMIENTO EN LINEAS AEREAS, ECONOMÍA DEL SECTOR Y EL ROL DEL INGENIERO.

Ing.Mec. Aeronáutico Martín Vera ¹

¹*Dirección de Certificación Aeronáutica, Dirección Nacional de Aeronavegabilidad.
Ex Sol Líneas Aéreas, y Southern Winds S.A*

Palabra Clave: Mantenimiento, Líneas Aéreas, Economía

INTRODUCCIÓN

El crecimiento sostenido que en los últimos años ha evidenciado el rubro aerocomercial, a nivel global, junto con la tendencia a afianzarse como un medio masivo de transporte, ha sido promovido, entre otros factores, gracias a la evolución de la técnica, lo cual permitió la generación y desarrollo de líneas aéreas regionales de bajo costo (Low Cost). Estas líneas aéreas de bajo costo presentan como características principales un sistema de gestión que dispone eficientemente el uso de los recursos materiales y humanos y una estrategia integradora de los factores internos y externos, dentro de la cual el área de mantenimiento, se constituye como una organización dentro de la Línea Aérea misma, adquiriendo un papel vital y en donde el Ingeniero Aeronáutico, encuentra un gran campo de desarrollo de su profesión. Así mismo dentro de la mencionada área, es donde se prevén las tareas y actividades que hacen al sustento de la Aeronavegabilidad, la cual será liderada por un Director de Mantenimiento, quien intervendrá y/o asumirá, en las distintas etapas de la formación y operación comercial de la compañía, la responsabilidad del desarrollo de las siguientes tareas y que son desarrolladas a continuación:

- Selección de aeronaves.
- Análisis y determinación de recursos e infraestructura necesaria.
- Implementación de métodos y procesos.
- Operación

SELECCIÓN DE AERONAVES

Surgirá como resultado de una evaluación técnica y económica-financiera, basada en el plan de negocios de la compañía, la que tendrá en cuenta aspectos tales como:

- **Rutas a cubrir.**
 - Carga, tipo y volúmenes previstos.
- Costo adquisición o leasing.
- Costo operativo.
- Pasajeros a transportar, finalidad del transporte (trabajo, turismo, etc.), volúmenes de pasajeros estimados.
- Disponibilidad y costo de aeronaves en el mercado aeronáutico
- Tarifas vigentes.
- Proveedores

De la interacción entre los ítems señalados debiera surgir el modelo de aeronave conveniente, al respecto algunos de los puntos a tener en cuenta serán:

Rutas. Tiempo de vuelo para cubrirlas, infraestructura de los aeropuertos, equipamiento necesario de las aeronaves (caso de APU, escaleras, mangas, equipos auxiliares para generación de energía en tierra y pushback)

Costo de adquisición o leasing. Conjuntamente con estos costos el ingeniero responsable del proyecto deberá tener en cuenta los costos y tiempos de traslado de la aeronave, impositivos, aduaneros, de matriculación y certificación de aeronavegabilidad.

Costo Operativo. Para la determinación del mismo se deberá tener en cuenta la información provista por el fabricante y, de ser posible, la experiencia de otros operadores acerca de:

- Consumo de combustible
- Antigüedad de la aeronave. Fecha de fabricación, horas y ciclos de vuelo acumulados
- Equipamiento. Monitorización, hélices, trenes de aterrizaje, aviónica, interiores.
- Tipo de plan de mantenimiento al que se encuentra sometido
- Costo de Materiales (consumibles, rotables)
- Directivas de Aeronavegabilidad y/o Boletines de Servicio particulares
- Limitaciones de Aeronavegabilidad
- Modificaciones y/o Alteraciones

Pasajeros y Carga. En función al perfil del tipo de pasajero y/o clientes remitentes de cargas, a quienes se les pretende orientar el servicio, se deberá tener presente: volúmenes de bahías de carga, pesos máximos y tiempos estimados para el despacho entre vuelos, servicios adicionales como catering, entretenimiento a bordo, etc.

Disponibilidad de Aeronaves. En función del “costo de oportunidad” también es importante tener en cuenta no solo la aeronave cuyo costo de adquisición/leasing u operativo sea el mas conveniente, sino también analizar un grupo de modelos de aeronaves de características similares, distintos fabricantes y equipamientos. También se deberá tener en cuenta que la aeronave este certificada o posea un Certificado Tipo Legitimado o Convalidado en el país, puesto que el proceso de certificación, de no poseerla, conllevaría tiempos extras para poder operar la aeronave.

Tarifas Vigentes. Considerando el período estimado para la amortización de la inversión, junto con el retorno previsto, resulta un punto importante considerar los valores las tarifas de mercado, ya sea que estén regulados o impuestas por el propio mercado.

Proveedores. La disponibilidad de proveedores locales y/o la posibilidad de desarrollarlos a corto o mediano plazo es un factor a tener en cuenta, ya que implícitamente este punto implica tiempos y costos.

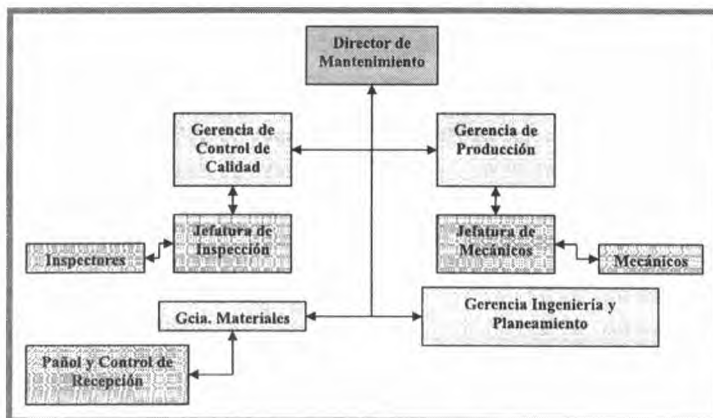
ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE RECURSOS E INFRAESTRUCTURA

Complementado el análisis del ítem anterior, en este punto es necesario tener en cuenta los siguientes aditamentos:

- **Recursos Humanos**
- **Recursos Materiales**
- **Infraestructura**

Recursos Humanos. Un esquema típico de una Organización de Mantenimiento Aeronáutico (OMA) es el indicado en la siguiente figura:

Figura 1 Organigrama de una OMA



En concordancia con los estamentos graficados en el esquema de la **figura 1** y siguiendo la línea estipulada por el plan estratégico de la compañía (cantidad de aeronaves y tiempos de operación), el número de personas necesarias para afrontar la operación vendrá determinado en función del mencionado plan y también por los puestos de conducción mínimos requeridos por las regulaciones locales de autoridades aeronáuticas. La Regulación Argentina en sus RAAC 65, 145 y 119 brindan las pautas acerca del personal de conducción de líneas aéreas, talleres y requerimientos para la licencia y categorización de mecánicos de aeronaves y aviónica. Un aspecto fundamental de la actividad es la división de roles, entre “quien realiza” el trabajo y “quien controla”, un caso típico se puede observar en la **figura 1**, donde encontramos la gerencia de Producción y la de Control de Calidad. El personal debe ser capacitado periódicamente, brindando regularmente cursos según las especificaciones de los distintos niveles ATA 104 y de acuerdo a los alcances que se prevea poseer en la organización de mantenimiento en cuestión. Adicionalmente podrá evaluarse como alternativas, desarrollar un centro de instrucción propio o contratar los servicios de un centro de entrenamiento reconocido por la autoridad aeronáutica local.

En el caso de los recursos “indirectos”, las funciones de planificación y control de mantenimiento, compras, reparaciones e ingeniería deben ser suplidos por personal adecuadamente entrenado, comprometido y de ser posible que cuente con experiencia previa en el rubro.

Recursos Materiales. Los materiales necesarios para la operación inicial es una tarea fundamental que debe ser llevada a cabo por el ingeniero a cargo de la OMA, contando con la colaboración de operadores de la aeronave seleccionada, fabricantes, del personal con experiencia en la operación de dicha aeronave, y en franca correspondencia con el área económica-financiera de la empresa.

Los ítems a evaluar y determinar serán:

- Equipamiento
- Instrumentos
- Herramental
- Materiales
- Manuales

De acuerdo al “estado” de las aeronaves al momento de la aceptación de las mismas, la previsión de vuelos establecidas por el área comercial y el nivel de tareas que se pretende realizar en la etapa inicial de la operación, deberán analizarse las tareas de mantenimiento a realizar, con el objeto de determinar el equipamiento, instrumental y herramientas necesarias, los materiales (Consumibles y rotables*) y la mano de obra necesaria para el cumplimiento de las mismas. El uso de herramientas de gestión tales como Diagramas A-B-C, serán de utilidad en esta etapa. A posteriori se procederá a solicitar la cotización de las mismas, con respecto a este punto existen diversas alternativas:

- a) Solicitar la cotización, realizar la selección de proveedores y la posterior compra de todo el herramental y materiales previstos.
- b) Celebrar un contrato de leasing de herramientas y rotables, comprando solamente los consumibles necesarios.
- c) Celebrar un contrato de provisión de partes como integrante de un “Pool” de rotables y herramientas, abonando regularmente una cuota por la participación en el pool de partes, independientemente del uso que se haga de las mismas.
- d) Acordar con talleres u otras aerolíneas el préstamo de cierto herramental y materiales.
- e) Combinaciones de los cuatro casos anteriores.

Cualquiera de las opciones deberá ser evaluada teniendo en cuenta el costo, costo financiero de la inversión, y los tiempos de entrega de las partes; además de ser ítems necesarios para demostrar capacidad técnica para el correcto mantenimiento de las aeronaves.

Con respecto a los manuales y documentos necesarios para la operación y mantenimiento de la aeronave y los componentes que la integran, es responsabilidad del titular del Certificado Tipo proveer las instrucciones para el mantenimiento de la aeronavegabilidad, las cuales se vuelcan en forma de manuales de la aeronave y componentes.

Actualmente la provisión y actualización se brinda mediante accesos customizados a páginas

Web, en formato digital (CD, DVD, o soporte magnético), o en formato papel (Hard copy) este último quedando en desuso debido a las demoras y costos de envío asociados. Se deberá demostrar que se cuenta con un servicio de actualización de esta información, como un requerimiento al momento de demostrar la capacidad técnica del área de Mantenimiento. Los manuales de uso común, y requeridos para el área de mantenimiento son:

Maintenance Review Board (MRB): Este manual brinda las pautas mínimas necesarias para el mantenimiento de la aeronave, el mismo fue desarrollado y continuamente actualizado, en base a la experiencia recopilada de operadores, autoridades, centros de mantenimiento y por supuesto por el mismo fabricante de la aeronave y sus componentes. En el mismo el operador encontrará el listado de tareas a desarrollar, los títulos o el objeto de las mismas, las zonas de la aeronave a las que afectan, los intervalos de aplicación, aplicabilidad de las mismas en función a las distintas configuraciones de las aeronaves. En base a las recomendaciones de este manual el operador debería desarrollar su plan de mantenimiento, quedando a su criterio y experiencia las desviaciones del MRB que pudieran establecerse en el Plan de Mantenimiento.

Maintenance Job Card Manual ó Task Card Manual (MJCM): Manual de Tarjetas de Trabajo, que esta formado por tarjetas donde se describen las tareas que fueron listadas en el MRB. En general dan especificaciones precisas de la manera de realizar las tareas, los tiempos, la cantidad de personal, los materiales y las herramientas necesarias.

Aircraft Maintenance Manual (AMM): Manual propio de mantenimiento, en el mismo se encuentran los procedimientos y especificaciones para la realización de las tareas de mantenimiento descritas en las Tarjetas de Trabajo (Task o Job Cards) listadas en el MRB, como así también tareas inherentes a la búsqueda de causas de fallas (caza fallas o trouble shooting) y remoción e instalación de componentes.

Illustrated Part Catalog (IPC): Manual Ilustrado de partes. Manual en el cual se evidencian los componentes de la aeronave en forma grafica. A la par brinda información referida de los fabricantes-proveedores, números de partes de las mismas, elegibilidad de las mismas según configuración de cada aeronave.

Weight and Balance Manual (W&B Manual): Manual de peso y balanceo de la aeronave, en el mismo se especifican las distintas configuraciones para las que la aeronave fue diseñada, los procedimientos para la realización del pesaje y balanceo de la aeronave y los pesos máximos permitidos para las distintas etapas de la operación (Taxeo, take off, landing)

Wiring Manual (WM): Manual esquemático de sistemas eléctricos.

Components Maintenance Manuals (CMM): Manuales de Mantenimiento de Componentes, provistos por los fabricantes de cada componente, en los mismos encontramos las especificaciones necesarias para la remoción, instalación, mantenimiento preventivo, y análisis de fallas de los mismos.

Engine Built Up Manual: Manual de Procedimientos de Instalación/Remoción Plantas de Poder. En el mismo se especifica el herramental necesario y procedimientos de testeo post instalación.

Trouble Shooting Manual (TSM): Manual guía para el análisis de fallas y determinación de soluciones para distintos tipos de fallas que pudieren surgir en la aeronave, esto lo genera el fabricante de la aeronave en función de su propia experiencia y en conjunción con la información recopilada de los operadores. Este manual es de vital importancia para operadores que posean poca experiencia con una determinada flota de aeronaves.

Tooling Manual (TM): Manual de herramental necesario para la realización de tareas de mantenimiento, en el mismo se grafican las herramientas y sus especificaciones, junto a sus proveedores.

Manual de Reparaciones Estructurales (SRM): Manual en el que se brindan los procedimientos y las especificaciones para realizar las reparaciones de los distintos tipos de desperfectos estructurales que le pudieran ocurrir a la aeronave.

Aircraft Flight Manual (AFM): Manual de Vuelo de la aeronave, en el que se encuentran los procedimientos y limitaciones para la operación de la aeronave en todas sus facetas (Taxi, Take Off, Flight and Landing). Si bien este manual no esta directamente ligado a los quehaceres de mantenimiento, esta área tiene algunas ingerencias sobre los mismo, pues las modificaciones y o

reparaciones que se realicen sobre la aeronave y que afecten la performance de las mismas generan procedimientos y limitaciones adicionales que deberán ser incorporadas al AFM.

Directivas de Aeronavegabilidad (Airworthiness Directives, AD): Consisten en requerimientos adicionales de cumplimiento obligatorio, generadas por la autoridad aeronáutica del país del titular del Certificado Tipo de la aeronave o de los motores, o de las hélices (componentes clase I), y que la autoridad aeronáutica argentina convalida y exige.

Boletines de Servicio: Consisten en documentos adicionales generados por los fabricantes tanto de la aeronave como de los componentes, y esencialmente contienen instrucciones para llevar a cabo modificaciones necesarias, cuyo incumplimiento podría afectar la seguridad de la aeronave (modificaciones mandatorias); modificaciones recomendadas, las mismas se realizan con el objeto de mejorar algún aspecto de la operación o el mantenimiento de la aeronave y sus componentes, no son de vital importancia y por último modificaciones opcionales, la finalidad de estas es modificar la configuración estética de la aeronave o confort de los pasajeros y/o las tripulaciones o personal de mantenimiento.

Infraestructura. Con el objeto de asegurar la capacidad técnica, al igual que los materiales y el personal capacitado, es necesario contar con la infraestructura adecuada para brindar el servicio de mantenimiento.

Hangar: De acuerdo a los alcances que se pretendan obtener para el servicio de mantenimiento, será necesario contar con un hangar de dimensiones tales que pueda contener totalmente la aeronave de mayor porte de la flota a la que se destinará el servicio previsto (DNAR 145). Al respecto se debe prever con "Aeropuertos", el alquiler y/o concesión del Hangar, fijar plazos, condiciones, modalidades, etc. Es necesario adaptar el espacio a las normas específicas de seguridad e higiene. De ser posible, en el mismo resulta conveniente organizar y montar la oficina técnica (Ingeniería, Producción, Aseguramiento de la Calidad, Materiales) y sala de mecánicos con el equipamiento necesario para que los mismos accedan a la documentación necesaria para realizar las tareas de mantenimiento. El pañol será convenientemente diseñado para albergar las distintas clases de materiales, instrumental y herramental. En función de esto deberá tenerse en cuenta, espacios destinados al almacenamiento de material combustible, desechos contaminantes (latas, distintos fluidos como: hidráulico, aceites, combustibles), también considerar la contratación de un servicio de deposición final y zonas exclusivas para materiales que, por distintos motivos, no se encuentren aptos para el uso aeronáutico (no aeronavegables)

Una vez que concluyan las tareas de refacción y/o remodelación del hangar y dependencias aledañas (oficinas, biblioteca, pañol, baños y vestuarios, plataformas internas y externas) se requerirá la inspección de la autoridad aeronáutica como paso previo a la habilitación del hangar.

Depósito franco (aerolíneas con operación internacional): Consiste en la zona liberada de impuestos aduaneros donde se depositan inicialmente los materiales y herramientas destinadas al mantenimiento de la flota de una línea aérea. El diseño y construcción del depósito franco se realizará de acuerdo a los lineamientos provistos por la Dirección Nacional de Aduanas. La dirección de esta tarea recaerá en el gerente de materiales quien a su vez tendrá la responsabilidad de habilitarlo.

Zonas aeroportuarias asignadas. Plataforma de Mantenimiento y Calle de Rodaje: Deberán acondicionarse ambas zonas, verificar que las dimensiones y propiedades mecánicas del solado (resistencia a la compresión) sean las adecuadas para soportar el movimiento de las aeronaves (verificar estado y condición). Solicitar Posición o Zona: De acuerdo al equipamiento con que cuente cada aeropuerto, el tipo de aeronave y horario previsto de uso, cada aeropuerto asignará distintas zonas a cada línea aérea, tanto para la operación comercial como para el mantenimiento.

Verificar equipamiento de cada aeropuerto: Con la finalidad de contar con el equipamiento necesario en cada aeropuerto para asistir a la operación de la flota, será necesario relevar el equipamiento con que cuenta cada aeropuerto (tomas de energía, rampas, servicio de rampa, GPU).

MÉTODOS Y PROCESOS.

En esta etapa el Director de Mantenimiento deberá concretar las funciones primordiales del titular de una organización de mantenimiento aeronáutico, y que son las siguientes:

- **Selección y contratación de personal para la estructura organizacional.** Será de vital importancia contar con un equipo de trabajo con la experiencia y flexibilidad necesaria para poder sobrellevar los vaivenes propios de la actividad. Se deberá tener en cuenta también los turnos, francos, vacaciones, posibles licencias/comisiones y/o “Paradas Mayores” de aeronaves donde habitualmente se requiere una mayor cantidad de personal.
- **Implementación de métodos y procesos.** Siguiendo los lineamientos de un sistema de gestión de calidad, promover la visión integradora de toda la organización, es un punto fundamental con el objetivo de evitar burocracias o rigideces entre las distintas áreas de la organización, y en detrimento de la “capacidad de adaptación” de la empresa. Esta capacidad de adaptación, consiste en generar condiciones organizacionales que permitan evitar la “congestión” y los “cuellos de botella” que inhiban la implementación de estrategias. Al respecto es importante tener en cuenta aspectos tales como excesos de procedimientos o duplicaciones innecesarias, ausencia de sistemas de comunicación adecuados y oportunos. Los conceptos básicos al momento de establecer procedimientos consisten en: a) PLANIFICAR, que se quiere hacer? b) ORGANIZAR, como se hará? c) DIRIGIR, para controlar los objetivos y d) CONTROLAR. Los Procesos esenciales a desarrollar serán:
 - Desarrollo e implementación de planes de mantenimiento
 - Análisis y seguimiento de fallas
 - Información de dificultades en servicio
 - Planificación, programación y registro de mantenimiento.
 - Compras.
 - Reparaciones.
 - Calibraciones.
 - Recepción y envío de materiales.
 - Seguimiento de materiales.
 - Reparaciones.
 - Coordinación con áreas de operaciones y comercial.
 - Adquisición y actualización de manuales.
- **Tecnología de la Información,** Dada la diversidad de procesos evidenciado en el ítem anterior, contar con un soporte tecnológico que nos permita acceder a la información necesaria para una adecuada gestión, se torna un punto que necesariamente deberá tenerse en cuenta. Ahora bien, esta tecnología deberá ser cuidadosamente seleccionada de tal manera que se adapte a las particularidades de la organización. Esta tecnología, dependiendo del tamaño y las perspectivas de la organización puede ser adquirida, desarrollada o una combinación de ambas.

La figura 2 muestra esquemáticamente la interacción citada en los últimos ítems.

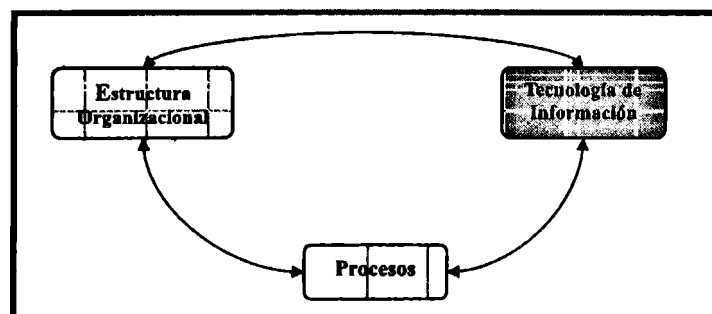


Figura 2

OPERACIÓN

Al igual que el caso anterior, y siguiendo los lineamientos “básicos” de gestión, una vez iniciada la operación, el ingeniero deberá realizar una evaluación periódica del proceso mismo, analizar las desviaciones, corregirlo y de ser necesario reformularlo para adaptarlo a las variaciones del plan estratégico de la compañía. Algunos de los puntos sobre los que se tendrá especial énfasis son:

- **Costos.** Directos e indirectos, relacionados con el mantenimiento preventivo y correctivo de las aeronaves, y sus proyecciones.

Procesos. Seleccionar los procesos críticos, medir su nivel de agilidad e intervenir los procesos críticos de bajo desempeño, analizando factores tales como: tiempos de ejecución y de respuesta, errores, falta de perspectiva o motivación de los integrantes, islas o feudos; considerando la evolución de estos factores a medida que se gana experiencia para corregir y reprogramar. Con respecto a este último punto, hoy son aconsejables herramientas tales como la mejora continua o en casos extremos la reingeniería de procesos.

Proveedores. Evaluación y desarrollo de proveedores tanto locales como internacionales contribuye a la gestión de mantenimiento.

Al ser el mantenimiento un servicio que depende esencialmente de personas, no se debe descuidar aspectos motivacionales del personal, por ello el Ingeniero al frente de esta área deberá poseer y desarrollar un perfil tal que le permita sobrellevar exitosamente las relaciones interpersonales.

CONCLUSIONES

Como he intentado poner de manifiesto, una línea aérea constituye un compilado de múltiples factores dentro del cual el Ingeniero debe participar activamente. Desde la concepción de la idea misma, es de vital importancia su aporte, para ello el desafío que nos toca como profesionales, no solo consiste en sobrellevar los aspectos técnicos, sino también en poder interactuar con entornos a veces disímiles a los de nuestra formación.

Paralelamente podemos apreciar que el verdadero capital de este tipo de organizaciones, esencialmente lo constituye su factor humano, mas allá de los argumentos a favor del capital tangible que pueda o no poseer la compañía, sus recursos humanos hacen a la organización misma. Y es aquí donde se pone de manifiesto nuestra capacidad de interacción, puesto que no debemos olvidar que somos parte de una sociedad a la cual nos debemos.

REFERENCIAS

1. IATA course, **Maintenance Planning & Control Management**, 1999.
2. Munier, **Planeamiento y Control de la Producción**, quinta edición, 1996.
3. Charles W.L. Hill , **Administración Estratégica**, tercera edición 2000.
4. Ortega Alcocer, **Carga Aérea, Teoría y Práctica** , 1989.