



ESCUELA DE INGENIERÍA DE FUENLABRADA

GRADO EN INGENIERÍA DE AEROESPACIAL EN
AERONAVEGACIÓN

TRABAJO FIN DE GRADO

**AERONAVEGABILIDAD Y MANTENIMIENTO
AERONÁUTICO. APLICACIÓN A CASOS
PRÁCTICOS DE INSPECCIONES REPETITIVAS
EN LÍNEA E IMPACTO POR RAYO.**

Autor: Miguel Gómez Pastor

Tutor: María Cerezo Magaña

Co-tutor: Mihaela I. Chidean

Curso académico: 2022 / 2023

Resumen

El mantenimiento aeronáutico es una parte esencial para que las aeronaves puedan volar. En este trabajo, se exponen los principales fundamentos en los que se basa el mantenimiento ofreciendo la definición de nuevos conceptos así como la forma de actuar para solucionar los problemas que aparecen con las operaciones de vuelo.

Entre los objetivos principales de este trabajo, se encuentra en primer lugar resaltar la importancia y la relevancia que el mantenimiento tiene en las actividades aeronáuticas. Debido a esta importancia se explica como comenzó a desarrollarse y su evolución hasta el funcionamiento actual. También tiene como objetivo introducir el concepto de aeronavegabilidad, explicando los requisitos para adquirir esta condición. Condición imprescindible de cualquier aeronave para poder volar.

Otro objetivo es explicar como se estructura el mantenimiento aeronáutico, contando cuáles son los principales factores y organizaciones que actúan para que se pueda cumplir con toda la normativa y el programa de mantenimiento establecido. La normativa depende de organizaciones constituidas a nivel nacional o internacional para determinar una serie de principios aplicables en un territorio determinado.

Posteriormente, se van a introducir las diferentes organizaciones y se va a explicar cómo se estructuran los tipos de mantenimiento. Luego, se detallan las funciones de cada organización para definir que papel tiene cada una en este proceso.

Para conseguir una mejor comprensión se muestran ejemplos de acciones de mantenimiento. Esta parte queda dividida en dos. La primera está centrada en las inspecciones repetitivas en línea, una serie de tareas necesarias para adquirir la vuelta al servicio que se consigue cuando la aeronave vuelve a ser aeronavegable. La segunda se fija en las acciones a tomar en caso de impacto por un rayo. Ambas sirven para minimizar los daños y corregirlos para poder volver a volar lo antes posible.

Agradecimientos

Este trabajo está dedicado a mi familia y a todas aquellas amistades que durante estos años nunca han dejado de acompañarme y apoyarme en este bonito recorrido de aprendizaje.

Me gustaría resaltar la gran labor de la actividad docente. Queriendo destacar la gran labor de María, agradeciendo su esfuerzo y colaboración con este trabajo. Además, siempre he considerado que la educación es uno de los principios más importantes para mejorar la sociedad en la que vivimos.

Índice general

Resumen	III
Agradecimientos	V
Índice general	VII
Índice de figuras	IX
Índice de tablas	XI
Glosario	XIII
Acrónimos	XV
1. Introducción	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Aeronavegabilidad	3
1.3. Manuales	4
1.4. Código ATA	5
2. Organizaciones de seguridad aérea y tipos de mantenimiento	9
2.1. OACI	10
2.2. EASA	11
2.3. AESA	12
2.4. Tipos de mantenimiento	13
2.4.1. Mantenimiento aeronáutico en línea	14
2.4.2. Mantenimiento por ciclos o por tiempo	14

2.4.3.	Mantenimiento preventivo y correctivo	16
2.4.4.	Vuelta al servicio	18
3.	Certificaciones de Mantenimiento	21
3.1.	Parte 145	21
3.2.	Control de Mantenimiento en línea	22
3.3.	CAMO	24
4.	Registros técnicos y programación del mantenimiento	29
4.1.	Aircraft Technical Logbooks	30
4.2.	Diferidos	31
4.2.1.	Diferidos Clase I	32
4.2.2.	Diferidos Clase II	33
4.3.	Órdenes de trabajo	33
4.4.	Componentes	34
4.5.	Configuración del programa de mantenimiento (CMP)	36
4.6.	Directivas y boletines de servicio	37
5.	Casos de Mantenimiento	39
5.1.	Caso práctico 1: inspección repetitiva en línea de una Aeronave	39
5.1.1.	Pre-vuelo	40
5.1.2.	Revisión 3 Días	48
5.1.3.	Revisión 9 Días	48
5.2.	Caso práctico 2: Impacto por rayo	50
5.2.1.	Daños asociados	51
5.2.2.	Mantenimiento aplicado	54
	Conclusiones	57
	Bibliografía	59

Índice de figuras

1.1. Primer vuelo con motor de la historia.	2
1.2. Tuberías hidrahúlicas de un avión.	5
2.1. Logo OACI	11
2.2. Logo EASA	12
2.3. Logo OACI	13
2.4. Inspección del interior de un estabilizador horizontal. Cessna	15
2.5. Un Airbus 330 de Iberia en el hangar de la compañía en Madrid.	16
2.6. A350 que colisionó con un buitre	17
3.1. Material preparado para mantenimiento en línea.	23
4.1. Libro ATL	30
4.2. Luces de navegación. A320	33
4.3. Formato EASA Form 1	34
5.1. Protección tubo pitot	41
5.2. Ruta vuelo ETOPS	43
5.3. Inspección visual A330	44
5.4. Impacto rayo	51
5.5. Cableado en el interior de un A330	52
5.6. Impacto rayo en Radomo. A320	53
5.7. RAT de un A330	56

Índice de tablas

1.1. General	6
1.2. Sistemas	6
1.3. Estructura	7
1.4. Planta motriz	7
1.5. Varios	8

Glosario

- **ATA 100:** Es el sistema de numeración estándar de referencia común para la documentación de aeronaves comerciales. Fue publicado por la Asociación de Transporte Aéreo y se conoce como ATA 100.
- **AOG:** El término significa “Aircraft On Ground”, traducido como avión en tierra. Se refiere a una aeronave que no es apta para volar por razones técnicas
- **ETOPS:** El certificado ETOPS se utiliza cuando las aeronaves pueden volar en trayectorias alejadas de los aeropuertos debido a su configuración operativa. Esta configuración depende

Acrónimos

- **AD:** Airworthiness Directive
- **ADIRU:** Air Data Inertial Reference Unit
- **AESA:** Agencia Estatal de Seguridad Aérea
- **AMM:** Aircraft Maintenance Manual
- **AOC:** Air Operator Certificate
- **APU:** Auxiliar Power Unit
- **ASB:** Alert Service Bulletins
- **ATL:** Aircraft Technical Logbook
- **CAMO:** Continuing Airworthiness Management Organisation
- **CMMM:** Component Maintenance Manual Manufacturer
- **CMP:** Configuration Maintenance Program
- **EASA:** Agencia Europea de Seguridad Aérea
- **EEL:**Emergency Equipment List
- **FAA:** Federal Aviation Administration
- **FDMIU:** Flight Data Interface and Management Unit
- **GNSS:** Global Navigation Satellite System
- **GPS:** Global Positioning System
- **HF:** High Frequency
- **HIL:** Hold Item List
- **IDG:** Integrated Drive Generator

- **ILS:** Instrumental Landing System
- **IPC:** Illustrated Parts Catalog
- **MCC:** Centro de Control de Mantenimiento
- **MEL:** Minimum Equipment List
- **MLG:** Main Landing Gear
- **MMEL:** Master Minimum Equipment List
- **MPD:** Maintenance Planning Document
- **OACI:** Organización de Aviación Civil Internacional
- **OCC:** Centro de Control de Operaciones
- **PCMCIA:** Personal Computer Memory Card International Association
- **PFR:** Post Flight Report
- **RAT:** Ram Air Turbine
- **SB:** Service Bulletins
- **SL:** Service Letter
- **SRM:** Structural Repair Manual
- **TBO:** Time Between Overhaul
- **VHF:** Very High Frequency
- **WBM:** Weight and Balance Manual

Capítulo 1

Introducción

El mantenimiento aeronáutico es una parte esencial de la seguridad aérea, por esta razón se establecen programas de mantenimiento con unos estándares de calidad y fiabilidad. Son desarrollados junto con el fabricante de aeronaves, en nuestros casos prácticos será Airbus. Se desarrollan para garantizar la aeronavegabilidad y conseguir que se puedan realizar todas las operaciones que se desee. Las características de estos procesos pueden variar según la configuración de las aeronaves dependiendo de su modelo concreto. Por ejemplo si son aviones de ala fija o móvil. Todas las actuaciones planeadas sobre los aviones deben estar acordes a la legislación vigente por la autoridad aeronáutica que corresponda.

En este capítulo se van a ver las siguientes secciones: primero en la sección 1.1 se van a tratar los antecedentes al mantenimiento. A continuación, en la sección 1.2 se define el concepto de aeronavegabilidad. Para la sección 1.3 se explican los manuales más utilizados en el mantenimiento. Por último, en la sección 1.4 se muestra una clasificación del código ATA, sistema de numeración utilizado para referenciar la documentación de aeronaves comerciales.

1.1. Antecedentes

Los inicios de la aviación se establecen cuando los hermanos Wright realizaron el primer vuelo con motor al hacer volar un aeroplano por primera vez en 1903. En la Figura 1.1 se muestra a Orville Wright dirigiendo el aeroplano y a la derecha, se encuentra su hermano Wilbur. Tuvo lugar en Kitty Hawk, (Carolina del norte), el 17 de diciembre [1].

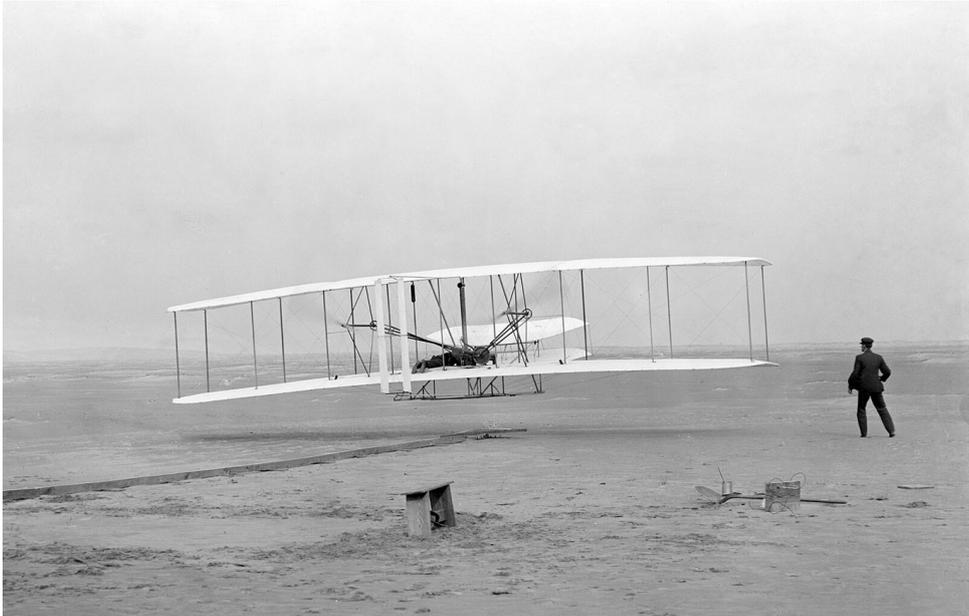


Figura 1.1: Primer vuelo con motor de la historia.

Debido al gran desarrollo que se produjo en la aviación en la primera mitad del siglo XX, se llegó a la siguiente conclusión: Para operar con mayor seguridad era necesario establecer una regulación adecuada.

Para conseguir una regulación consensuada a nivel internacional se celebró el Convenio de Chicago [2]. Tuvo lugar el 7 de diciembre de 1944 en la ciudad americana donde se reunieron representantes de los principales países. En este convenio se acordó que era necesario crear un órgano permanente, encargado de hacer cumplir los principios que se habían establecido. En total fueron redactados 96 artículos divididos en 4 capítulos: navegación aérea, la creación de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), el transporte aéreo y las disposiciones finales. Se produjo la suscripción del Convenio por parte de 52 estados. Los primeros principios establecidos tratan sobre la soberanía, el territorio y los derechos de vuelo delimitados. Por lo tanto, los estados son los encargados de hacer cumplir con las libertades aéreas que se aplican a cada aeronave, en función de sus características, o requisitos necesarios. Los siguientes artículos tratan sobre la matriculación, la navegación y los certificados que debe llevar a bordo cada aeronave. Entre los certificados necesarios, está el certificado de aeronavegabilidad desarrollado en el artículo 31.

Artículo 31: Certificados de aeronavegabilidad.

“Toda aeronave que se emplee en la navegación internacional estará provista de un certificado de aeronavegabilidad expedido o convalidado por el Estado en el que esté matriculada.”

Para conseguir el certificado de aeronavegabilidad se deben cumplir los requisitos que establezca la regulación vigente en cada país, según la organización competente.

Las organizaciones pueden ser confeccionadas a nivel nacional o internacional. En el Convenio de Chicago, se formó la Organización de Aviación Civil Internacional, conocida como OACI. También en Europa está formada la Agencia Europea de Seguridad Aérea (EASA), así como otras muchas organizaciones en los diferentes Estados. Por ejemplo la Federal Aviation Administration (FAA) en Estados Unidos de América.

En el segundo capítulo se desarrolla este tema, explicando que competencias y alcance tiene cada una de estas organizaciones.

1.2. Aeronavegabilidad

La aeronavegabilidad es la aptitud que tiene una aeronave para garantizar el vuelo. Esta cualidad se debe asegurar en el proceso de certificación. El proceso de certificación engloba todas las tareas encaminadas a garantizar que dicha aeronave está en condiciones seguras para el vuelo. Este proceso se cumple con la normativa vigente en el estado correspondiente.

Para explicar el concepto aeronavegabilidad de forma más amplia, podemos considerar la aeronavegabilidad como la capacidad de cuidar la seguridad de las personas que viajan a bordo de una aeronave, ya sean tripulantes o pasajeros. Depende de muchos factores como la controlabilidad, la estabilidad, la resistencia estructural, los instrumentos de vuelo y las actuaciones. Esta cualidad se consigue al combinar la contribución entre aeronave, operador y entorno [3].

La aeronavegabilidad debe ser garantizada en un principio mediante la certificación, pero también de manera constante durante el servicio. Para garantizar esta segunda parte, el operador debe cumplir los siguientes requisitos:

- Instrucción y entrenamiento adecuado del personal contratado.
- Servicios adecuados, tales como navegación, comunicaciones y aeropuertos.
- Un intercambio de comunicación constante.

Cuando se habla de aeronavegabilidad no se pueden establecer niveles, la aeronavegabilidad se puede perder en cualquier momento, una aeronave está lista para volar o no lo está. Por esta razón, una organización se centra en dos factores para comprobar la aeronavegabilidad. La primera parte se centra en el cumplimiento del certificado tipo otorgado, esto quiere decir que debe cumplir con las características y modificaciones estrictamente, así como con los componentes correspondientes. Para cumplir con esta parte se deben aplicar los boletines de servicio y las directivas nuevas que se aprueben. Además se debe llevar un control de componentes para que siempre se utilicen aquellos que apliquen. La

segunda parte tiene que ver con la operación de vuelos, teniendo en cuenta la relación al desgaste y el deterioro. En este caso la logística para obtener recambios tiene un gran protagonismo, ya que sino los aviones dejarían de volar.

La aeronavegabilidad depende de la fabricación, del mantenimiento y de las reparaciones. Este trabajo se centra en la parte de mantenimiento y como están organizadas las estructuras para garantizar un correcto funcionamiento.

La organización de gestión de mantenimiento de la aeronavegabilidad se basa en unos procedimientos que serán explicados en el capítulo 3.

1.3. Manuales

Para llevar a cabo el mantenimiento es importante el uso de manuales donde se indiquen claramente los procedimientos. Explicando paso a paso, de tal forma que los mecánicos sepan que deben hacer en cada momento para resolver las acciones que tengan previstas o aquellas que vayan surgiendo por la operación diaria. Los principales manuales son los siguientes:

- AMM (Aircraft Maintenance Manual): es el manual de mantenimiento que realiza el fabricante y que se debe consultar para realizar cualquier acción. Este manual es personalizado por flota y avión. Además se va actualizando si hay modificaciones. En este manual aparecen las acciones de servicio, reparación, instalación e inspección de los sistemas y las partes que se puede realizar en línea.
- MMEL (Master Minimum Equipment List): en este manual se hace un listado de los equipos y componentes que debe llevar a bordo un avión, especificando cuanto tiempo hay para reemplazar si se produce algún fallo o la falta de un componente.
- CMMM (Component Maintenance Manual Manufacturer): contiene las instrucciones para el mantenimiento de los equipos y componentes que se realizan en el taller.
- SRM (Structural Repair Manual): contiene los procedimientos para realizar las reparaciones estructurales.
- IPC (Illustrated Parts Catalog) es un catálogo de todas las partes de la aeronave. En este manual se puede identificar que números de partes aplican para conseguir tenerlos disponibles en el mantenimiento en línea.
- WBM (Weight and Balance Manual): este manual trata sobre el peso y el balance del avión. Es utilizado principalmente por el departamento de operaciones para calcular como distribuye las cargas y cuanto combustible debe añadir, por esta

razón, el control de mantenimiento debe tener el documento actualizado en todo momento. Ya que hay muchas herramientas o componentes que pueden ir a bordo como repuestos que tienen una masa considerable. Una única rueda puede rondar entre 200 y 300 Kg.

- MPD (Maintenance Planning Document): este manual contiene la información desarrollada de las tareas que deben realizarse para conseguir mantener el avión aeronavegable. Incluye todo el mantenimiento, inspecciones repetitivas, cambios de componentes por vencimiento, aplicación de directivas...

En la Figura 1.2 se muestran unas tuberías hidráulicas. Si falta algún tapón o alguna junta tiene pérdidas, se deben consultar los manuales sobre equipos mínimos, de esta forma se puede conocer si es posible diferir el componente que falta o se debe actuar de inmediato aplicando medidas de contención o reemplazo. En muchos casos los diferidos son pequeños tapones, arandelas o tornillos que se han perdido por estar mal ajustados.



Figura 1.2: Tuberías hidráulicas de un avión.

Tanto el AMM como otros manuales relacionados con la aeronave se organizan de acuerdo al código de referencia ATA 100 que se explica a continuación.

1.4. Código ATA

En este código, las referencias de los dos primeros números son para identificar el capítulo, de esta manera se identifican las acciones del plan de mantenimiento asociado. Los dos números siguientes hablan de la sección, especificando a qué punto concreto afecta y los dos últimos son para el tema que se vaya a realizar. El código ATA 100 se divide en varias partes:

- La primera parte engloba los capítulos que se consideran de información general. En la Tabla 1.1 se nombran estos capítulos. Tratan sobre mantenimiento previo al vuelo y sobre temas gestionados dentro de un aeropuerto. Algunos ejemplos serían el aparcamiento o la señalización.

05	Límites de Tiempo / Controles de mantenimiento
06	Dimensiones y áreas
07	Levantamiento y soporte
08	Nivelación y pesaje
09	Remolque y rodaje
10	Aparcamiento, amarre, almacenamiento y vuelta al servicio
11	Letreros y señales
12	Servicio

Tabla 1.1: General

- La segunda parte engloba los capítulos que tratan sobre los sistemas. A continuación se pueden ver en la Tabla 1.2. Tratan sobre todos los sistemas a bordo del avión.

20	Estándares Prácticos
21	Aire acondicionado y presurización
22	Piloto automático
23	Comunicaciones
24	Sistema eléctrico
25	Equipos y accesorios
26	Protección contra el fuego
27	Controles de vuelo
28	Combustible
29	Sistema hidráulico
30	Protección contra hielo y lluvia
31	Sistemas de indicación y grabación
32	Tren de aterrizaje
33	Luces
34	Navegación
35	Oxígeno
36	Sistema neumático
38	Aguas y desechos
42	Aviónica modular integrada
44	Sistemas de cabina
45	Sistema de diagnóstico y mantenimiento
46	Sistemas de información
47	Sistema de generación de nitrógeno
49	Unidad de potencia auxiliar

Tabla 1.2: Sistemas

- La tercera parte engloba los capítulos que desarrollan la estructura del avión. En la Tabla 1.3 están enumeradas las principales estructuras dentro de un avión que explicarán sus características principales, También incluye las reparaciones que se necesitan si algún componente falla.

51	Estándares prácticos y estructuras
52	Puertas
53	Fuselaje
54	Góndolas / Pilonos
55	Estabilizadores
56	Ventanas
57	Alas

Tabla 1.3: Estructura

- La cuarta parte engloba los capítulos relacionados con la planta motriz. En estos capítulos que se pueden ver en la Tabla 1.4, se explica el motor con detalle, relacionando cada uno de sus elementos y revisando los problemas que puedan surgir para solucionarlos lo antes posible.

70	Estándares prácticos del motor
71	Planta de potencia
72	Motores
73	Control y combustible del motor
74	Ignición del motor
75	Purga de aire
76	Controles de motor
77	Indicadores del motor
78	Sistemas de escape
79	Aceite
80	Arranque

Tabla 1.4: Planta motriz

- La última parte engloba los capítulos que no se consideran dentro de las otras partes. En la Tabla 1.5 se nombran estos capítulos. Tratan sobre certificación, análisis y gráficas entre otras [4].

00	General
01	Certificación Documentos
02	Certificación - Librea externa
03	Equipos mínimos
04	Limitaciones de aeronavegabilidad
85	Sistemas de celdas de combustible
86	Electrónica general
88	Análisis estructural
89	Sensores de vuelo
91	Gráficas

Tabla 1.5: Varios

Capítulo 2

Organizaciones de seguridad aérea y tipos de mantenimiento

Las organizaciones de seguridad aérea se conforman para establecer un conjunto de procedimientos que permitan mejorar las condiciones de vuelo. Estas organizaciones pueden darse a cualquier nivel administrativo.

En muchas ocasiones los estados formalizan acuerdos bilaterales para permitir su conectividad. Cuando entran más actores y se convierte en un acuerdo múltiple, lo habitual es establecer una organización autónoma con capacidad de regular los principios que se llevarán a cabo entre todos los miembros.

En este capítulo se van a tratar las organizaciones internacionales reflejadas en la OACI, la organización europea por excelencia (EASA) y la organización que trata estas funciones en nuestro país (AESA).

También se van a explicar los diferentes tipos de mantenimiento según varios criterios. La principal hipótesis para separar las acciones de mantenimiento se basa en la planificación. Cuando se habla de planificación se diferencian dos formas, mantenimiento programado o mantenimiento no programado. Otra subsección de tipos de mantenimiento se basa en el mantenimiento en línea, que se realiza entre vuelo y vuelo. Otro tipo de mantenimiento está delimitado por ciclos o por tiempo, dependiendo de los intervalos establecidos,

Por último, se explican las acciones necesarias para poder volver a tener un avión aeronavegable. Perder la condición de aeronavegabilidad hace necesario tomar medidas correctivas para permitir continuar con la operación diseñada por la aerolínea. Esto ocurre cuando un avión por distintas circunstancias no puede continuar volando. Se dan infinidad de casos, como dijimos anteriormente no se pueden establecer niveles de aeronavegabilidad.

2.1. OACI

La Organización de Aviación Civil Internacional fue creada en el Convenio de Chicago que se celebró el 7 de diciembre de 1944, se compone de una Asamblea, un Consejo y demás órganos que se consideren. La OACI es el órgano permanente encargado de la administración de los principios establecidos en el Convenio.

Los 96 artículos del Convenio de Chicago establecen los privilegios y restricciones de los 191 estados que la componen actualmente. El Convenio reconoce el principio de que todo Estado tiene soberanía plena y exclusiva en el espacio aéreo sobre su territorio y establece que ningún servicio aéreo internacional no programado, puede operar sobre o dentro de un territorio de un estado contratante sin su consentimiento previo [5].

LA OACI establece normas y métodos recomendados para el desarrollo seguro y ordenado de la aviación civil internacional. Su misión es fomentar un sistema de aviación civil global que funcione de manera permanente y uniforme con la máxima eficiencia y en condiciones óptimas de seguridad, protección y sostenibilidad. Gracias a estos acuerdos, los gobiernos consiguen adquirir una igualdad de oportunidades. De tal forma, que el transporte aéreo pueda realizarse de forma sana y económica. La consecución de estos acuerdos contribuye a mejorar el entendimiento entre las diferentes naciones, siendo un pilar fundamental para reforzar los lazos de amistad.

Los objetivos estratégicos de la OACI se establecen en el Artículo 44 del convenio que se detalla a continuación:

Artículo 44: Objetivos.

“Los fines y objetivos de la Organización son desarrollar los principios y técnicas de la navegación aérea internacional y fomentar la organización y el buen funcionamiento del transporte aéreo internacional, para:

- *Lograr el desarrollo seguro y ordenado de la aviación civil internacional en todo el mundo.*
- *Fomentar las técnicas de diseño y manejo de aeronaves para fines pacíficos.*
- *Estimular el desarrollo de aerovías, aeropuertos e instalaciones y servicios de navegación aérea para la aviación civil internacional:*
- *Satisfacer las necesidades de los pueblos del mundo respecto a un transporte aéreo seguro, regular, eficaz y económico;*
- *Evitar el despilfarro económico producido por una competencia excesiva.*

- *Asegurar que se respeten plenamente los derechos de los Estados contratantes y que cada Estado contratante tenga oportunidad equitativa de explotar empresas de transporte aéreo internacional.*
- *Evitar discriminación entre Estados contratantes.*
- *Promover la seguridad de vuelo en la navegación.*
- *Promover, en general, el desarrollo de la aeronáutica civil internacional en todos sus aspectos. ”*

La figura 2.1 muestra el Logo de esta organización.



Figura 2.1: Logo OACI

2.2. EASA

La Agencia Europea de Seguridad Aérea (EASA) fue formada el 15 de julio de 2002, por el Parlamento Europeo y el Consejo acorde al Reglamento (CE) 1592/2002, sobre normas comunes en el ámbito de la aviación civil. El consejo de administración de EASA fue creado de tal manera que fuera independiente a presiones de carácter político y económico. Se le concedieron los poderes necesarios para definir sus prioridades, estableciendo un presupuesto y monitoreando las operaciones que tengan lugar para garantizar en todo momento la seguridad de la aviación y la protección ambiental en Europa.

EASA es el organismo encargado de dictar toda la normativa y reglamento necesario para el mantenimiento de aeronaves, así como todos los certificados de las organizaciones aeronáuticas. Por ejemplo, los certificados de los componentes conocidos como EASA

Form 1. Otros certificados son otorgados directamente por los estados pero siguiendo la normativa común europea es el caso de Certificado de Aeronavegabilidad.

El Reglamento de base es el (CE) 2042/2003 del 20 de noviembre de 2006, el cual tiene como objetivos:

- Establecer los requisitos esenciales comunes para asegurar un alto nivel en la seguridad de la aviación civil y la protección del medio ambiente.
- Adoptar las disposiciones necesarias para su aplicación a fin de asegurar su aplicación uniforme.

La figura 2.2 muestra el Logo de esta organización.



Figura 2.2: Logo EASA

2.3. AESA

La Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) es la institución clave para la modernización de la autoridad aeronáutica porque tiene las competencias de seguridad aérea y se encarga de redactar la normativa pudiendo establecer nuevos principios siempre que se desarrollen de acuerdo al derecho comunitario vigente [6].

Según el Real Decreto 184/2008, de 8 de febrero, “Estatuto de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea” (posteriormente modificado por Real Decreto 1615/2008, de 3 de octubre). AESA es la encargada de ordenar, supervisar e inspeccionar la seguridad en el transporte aéreo, en los sistemas de navegación y seguridad aeroportuaria. Para ello debe controlar los productos aeronáuticos, así como las actividades y el personal acreditado. También tiene las funciones de detectar, analizar y evaluar los riesgos en todas las operaciones que se realicen.

Esta organización regirá su actuación por la Ley 21/2003, de 7 de julio, la idea es crear e implantar un modelo de gestión que equilibre los principios de autonomía y control. Además, debe ser responsable con los resultados.

AESA se encargará de orientar para la prestación de servicios con el objetivo de mejorar la eficacia, calidad y productividad; utilizando para ello las tecnologías de la información y los medios de comunicación que tenga a su alcance. Su actuación debe ser transparente, garantizando la accesibilidad a todos los ciudadanos.

La figura 2.3 muestra el Logo de esta organización.



Figura 2.3: Logo OACI

2.4. Tipos de mantenimiento

A la hora de hablar de los tipos de mantenimiento se pueden clasificar de diferentes maneras. Una de ellas diferencia si este mantenimiento es programado o no programado.

Cuando se habla de mantenimiento programado es el que se realiza para evitar que se produzcan averías y así mantener la aeronavegabilidad. En este supuesto existe mantenimiento preventivo, que se basa en los programas de mantenimiento establecidos por la compañía o el fabricante y mantenimiento predictivo, que depende de las condiciones que se dan en la operación. Este mantenimiento será definido por ciclos, por horas de vuelo o por días según calendario.

Por el contrario, cuando se habla de mantenimiento no programado, se trata de mantenimiento correctivo. Este se lleva a cabo debido a la aparición de fallos o errores en cualquier sistema o elemento de la aeronave. El objetivo es poder corregir estos daños para que se pueda volver a volar lo antes posible. Estos problemas se solucionan a través del mantenimiento en línea que es el organismo encargado de atender el avión entre su programación de vuelos. Una vez corregidos los problemas de forma rápida se estudiará y planificará si se necesita alguna revisión o reparación. Este mantenimiento ya volvería a ser preventivo y planificado [7].

Al terminar todos los trabajos de mantenimiento, el técnico o la organización que haya

realizado los trabajos debe firmar la Vuelta la servicio. El procedimiento será explicado en la última sección de este capítulo.

2.4.1. Mantenimiento aeronáutico en línea

El mantenimiento aeronáutico en línea tiene lugar en la base acreditada para la operación. Para no interferir en la operación se van intercalando las tareas del plan de mantenimiento en los intervalos que hay entre los vuelos operados. Para ello se deben establecer correctamente los itinerarios y planificar con tiempo. La Parte CAMO será la encargada de la planificación, mientras que un proveedor Parte 145 será el encargado de realizar dichas tareas. Tanto la Parte CAMO como la Parte 145 son certificados que se conceden por la autoridad para poder ejercer una serie de funciones determinadas. Estos actores se desarrollan más detalladamente en el capítulo 3.

En este apartado están incluidas las revisiones en tránsito, cuyas tareas de mantenimiento aeronáutico son simples y no suelen necesitar herramientas especiales. Tampoco necesitan excesivo tiempo y se consideran sencillas a la hora de ser realizadas. Estas revisiones son inspecciones previas al vuelo, o de carácter diario o semanal. Aunque en muchas ocasiones también se realizan tareas propias de la revisión A en las que no sea necesario acudir a un hangar. La revisión es una de las cuatro revisiones que se realizan en los aviones. Es la revisión que se realiza más a menudo, siendo también la que se realiza en menor tiempo. En el punto 2.4.2 serán desarrolladas estos tipos de revisiones.

Por lo general, en las revisiones se comprueban los niveles de aceite de los motores, la presión que tienen las ruedas del tren de aterrizaje y se resetean los sistemas para ver los fallos en el ordenador del avión. También se inspecciona el aspecto exterior de las ruedas y el desgaste de los frenos del avión. Estas acciones se explicarán más detenidamente en el caso práctico de inspecciones repetitivas que está explicado en el capítulo 5.

2.4.2. Mantenimiento por ciclos o por tiempo

Estas revisiones se establecen con las letras A, B, C y D. Esta clasificación genera un programa de mantenimiento que permite realizar las revisiones en el momento óptimo para el sistema o equipo en cuestión. De esta manera se consigue un programa que sea más flexible a las necesidades del operador. Cada operador debe decidir si las hace todas juntas o por separado [8].

Rev A: En esta revisión se establecen tareas que se realizan según un intervalo de 400 a 600 horas o bien de entre 200 y 300 ciclos. Un ciclo se considera cada vez que se realiza un despegue y un aterrizaje. En ocasiones en los vuelos de entrenamiento se

realizan varios ciclos para un mismo vuelo. Se requieren alrededor de 60 horas de trabajo para realizarlas. Se suelen realizar en horarios nocturnos o bien separando estas tareas para evitar parar la operación de la aeronave. Las compañías aéreas pueden retrasar ciertas tareas cuando se cumplan unas condiciones de seguridad.

Rev B: Son tareas que se establecen con un periodo de 6 a 8 meses. Para llevarlas a cabo se requerirían entre 1 y 3 días de trabajo. Por esta razón, al igual que en el caso anterior, muchas compañías separan este paquete de tareas para no tener que parar la operativa. Realizando algunas tareas a mitad del periodo, en torno a los 3 meses. Se llevan a cabo en el interior de los hangares.

Rev C: Estas tareas se establecen con un periodo de aproximadamente 2 años. Se conoce como C-Check. En estos casos se considera que se realiza un mantenimiento mayor, mucho más exhaustivo que en el tipo B. Este tipo de revisiones suponen que la aeronave debe estar fuera de servicio durante el tiempo que se realice la revisión. Suele durar entre 1 y 2 semanas. Este tiempo depende de la mano de obra, pero también puede ampliarse si se añaden tareas para reemplazar componentes o hacer reparaciones. Debido a la duración se suelen realizar en un hangar de mantenimiento, distinto al utilizado en las anteriores revisiones. Este hangar suele estar más retirado de la pista. El precio de estos procesos suele oscilar entre los cien o dos cientos mil dólares. En la Figura 2.4 se muestra una inspección del interior de un estabilizador horizontal con el objetivo de comprobar si se ha producido corrosión o algún otro defecto. Este mantenimiento solo se realiza al hacer mantenimiento mayor [9].

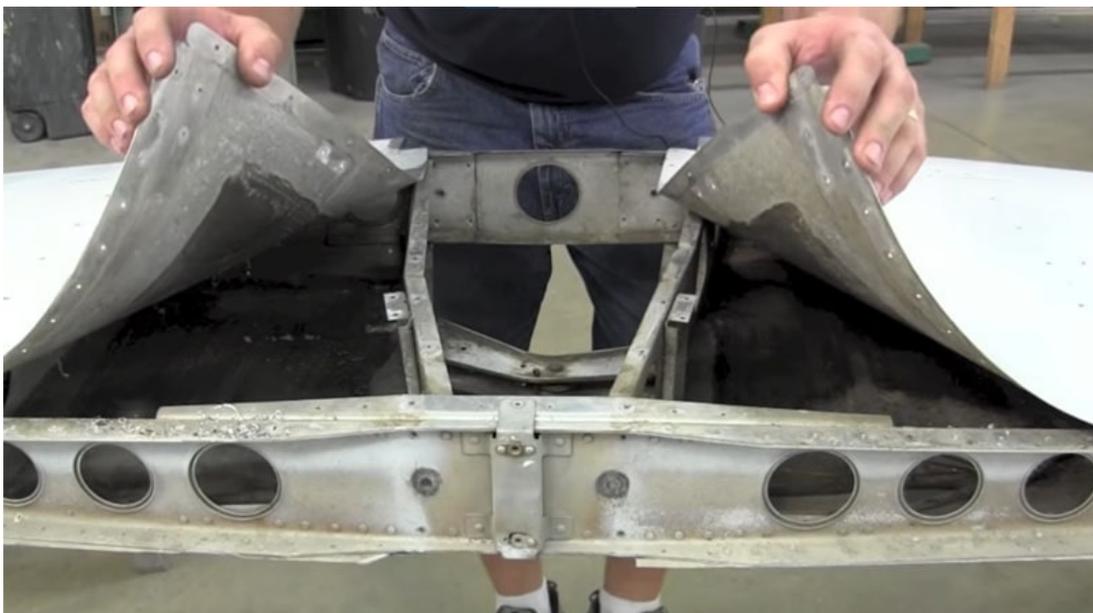


Figura 2.4: Inspección del interior de un estabilizador horizontal. Cessna

Rev D: En estas revisiones se incluyen tareas más completas, se suele establecer en un

periodo de 6 años, aunque hay ciertas tareas que pueden tener periodos más largos de 10 o incluso 12 años. En esta revisión se inspecciona y repara casi por completo la aeronave. También se elimina la pintura para examinar mejor el fuselaje. Suele llevar en torno a dos meses, dependiendo de la aeronave y la cantidad de personal para realizar los trabajos. Normalmente, se aprovecha este tiempo para renovar asientos o paneles más visibles, para conseguir mejorar la estética y comodidad de la cabina. Estas revisiones también requieren más espacio con unas instalaciones preparadas específicamente. En los últimos años, hay aeropuertos como el de Teruel que se han especializado en estos procesos. El coste de toda esta revisión puede rondar aproximadamente un millón de dólares. Es una de las razones que más condiciona a la hora de firmar contratos. Por esta razón muchas compañías planifican su operativa en función a estos mantenimientos. Además, otras compañías deciden retirar los aviones cuando va a llegar este momento. Las compañías que se dedican al alquiler fijan en sus contratos cuando debe establecerse este proceso.

En la Figura 2.5 se puede ver un Airbus A330 en el interior del hangar de mantenimiento de la compañía aérea Iberia en un terreno colindante al aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas [10].



Figura 2.5: Un Airbus 330 de Iberia en el hangar de la compañía en Madrid.

2.4.3. Mantenimiento preventivo y correctivo

Las revisiones anteriormente descritas en las categorías A, B, C y D se engloban dentro del mantenimiento aeronáutico preventivo. El mantenimiento preventivo es el que se planifica con el objetivo de evitar un fallo en cualquiera de los elementos de la aeronave, minimizando el riesgo de que se produzca un incidente o accidente aéreo. Al mejorar este

punto se aumenta la seguridad, factor determinante y que siempre está presente. Se podría decir que es el objetivo que debe marcarse cualquier organización aeronáutica en todo momento.

Por el contrario, como se ha introducido anteriormente en la sección, el mantenimiento aeronáutico correctivo se realiza cuando un componente ha fallado de repente por la circunstancia que sea, conocida o no. El componente tiene que ser reemplazado lo más pronto posible, para dejar la aeronave en su condición original. En muchas ocasiones el componente desinstalado se envía a reparar, una vez que ha pasado por el taller se vuelve a instalar. Cuando los intervalos entre vuelos son pequeños se instala otro componente con las mismas características, una vez reparado el original se vuelve a realizar el intercambio.

Después se explicarán los tiempos establecidos para el reemplazo de componentes según el tipo de diferido. En ocasiones, los componentes no están disponibles en el lugar donde se necesitan. La logística es clave para conseguir reducir los tiempos. Una buena logística nos permite no tener la aeronave parada. Ya que mientras no pueda realizar vuelos comerciales, lo único que va a conseguir es aumentar los costes a las compañías.

Por ejemplo, Las acciones a tomar tras un impacto con un pájaro se pueden considerar mantenimiento correctivo. En la Figura 2.6 se muestra un impacto de un buitre sobre una aeronave modelo A350 causando importantes daños en el radomo [11]. También otro caso puede ser cuando se pincha una rueda y hay que reemplazarla. O cuando la batería se descarga, cuando fallan los sistemas de navegación o telecomunicación...



Figura 2.6: A350 que colisionó con un buitre

2.4.4. Vuelta al servicio

El certificado de vuelta al servicio, es conocido por su denominación en inglés “Certificate of Release to service”. Sólo los técnicos certificados Parte 145 deben realizar la liberación de la aeronave bajo la normativa establecidas en este reglamento Parte 145 que serán explicadas en el siguiente capítulo.

Este cumplimiento se debe hacer siempre que se hayan realizado labores de mantenimiento. Ya sea una larga estancia de parada o una simple escala en la que se requiera hacer una inspección previa al siguiente vuelo. Por esta razón no suele tener un formato exclusivo para rellenar, sino que lo que se completa es una casilla en el libro de vuelo, sellada e identificada correctamente por el mecánico que autoriza la vuelta al servicio.

Debido a esta certificación, es muy inusual ver dos organizaciones trabajando al mismo tiempo en una avión aunque sea en procesos diferentes, como cuando se realiza una reparación permanente. En caso de trabajar dos organizaciones, lo habitual es que primero lo haga la reparación mayor y certifique su trabajo y en segundo lugar siga la otra organización con las tareas repetitivas o previas que suelen realizarse en el mantenimiento en línea.

Para expedir este certificado se deben realizar las tareas citadas a continuación, una vez estén terminadas todas las acciones de mantenimiento planificadas por la organización CAMO que también será explicada en el siguiente capítulo.

- Verificar el estado general, limpio, y libre de elementos extraños a la aeronave, en todas las áreas donde se hayan realizado trabajos de mantenimiento.
- Verificar la existencia de un Libro de Mantenimiento - Vuelo de la aeronave.
- Verificar que la bitácora de mantenimiento-vuelo y las hojas de diferidos HIL estén a bordo de la aeronave. Cuando se habla de HIL se refiere a aquellos defectos que están controlados dentro del listado de equipos mínimos que se conoce como MEL.
- Verificar que cada ítem diferido en la Bitácora esté registrado y que las fechas de control y vencimiento correspondan con acciones a realizar antes del próximo vuelo.
- Verificar que hay papel de impresora de repuesto a bordo si procede.
- Verificar que la caja de lámparas de repuesto/juego de fusibles está totalmente abastecida.
- Verificar el equipo de emergencia según la ubicación del listado de equipos de emergencia.

- Verificar si la inspección realizada y las acciones correctivas tomadas en los Cuadernos Técnicos (ATL) están en conformidad con la operación de vuelo.
- Comprobar si todas las puertas y paneles de servicio están cerrados. Comprobar que todas las puertas están correctamente cerradas y bloqueadas (la luz de advertencia de la puerta debe estar apagada).
- Remover los pasadores de los trenes de aterrizaje y guardarlos en la cabina (justo antes de un vuelo).
- Revisar los diferidos por si se da el caso en que se requiera alguna inspección repetitiva.
- Registrarse para la liberación y retirar la Bitácora para almacenar en los archivos.

Capítulo 3

Certificaciones de Mantenimiento

En este capítulo se detallará las funciones y obligaciones de los distintos actores que participan para que una aeronave se pueda certificar como aeronavegable. Se va a explicar que es una certificación Parte 145, en que se basa el control de mantenimiento en línea y por último, que es una certificación Parte CAMO, desarrollando sus funciones.

Estas organizaciones son autónomas unas de otras. En ocasiones están integradas dentro de la misma compañía y actúan todas ellas coordinadas para solventar los problemas a resolver en los aviones. Pero, en otras ocasiones, funcionan de forma completamente independiente y la compañía contrata según sus necesidades a la organización que más le pueda ayudar.

3.1. Parte 145

Una organización Parte 145 debe cumplir los requisitos establecidos para ser apta a otorgar y mantener la aprobación de mantenimiento y componentes. Entre estos requisitos están las instalaciones que debe cumplir, la certificación del personal para poder efectuar tareas planificadas o para certificar materiales, equipos y componentes. Además necesita tener un departamento de calidad en el centro.

El certificado es otorgado por EASA, en su contenido, se especifican las tareas que se pueden realizar por la organización en función de su habilitación. Será tipo A, B, C y D, siendo la D la más restrictiva.

En el parte 145 se estipula el personal necesario para poder operar, debe contar con un gerente responsable, que se ocupa de garantizar que se disponen de los recursos necesarios para poder cumplir con el mantenimiento, de acuerdo a unos mínimos de seguridad y calidad. También debe tener un responsable de mantenimiento, que se encarga de cumplir las disposiciones de la parte 145 y será nombrado por el gerente.

Por último, debe contar con un responsable de calidad, que mediante auditorías debe garantizar el cumplimiento de la normativa aprobada por el gerente de mantenimiento y la autoridad competente. El responsable de calidad también debe controlar que el personal tenga los cursos habilitados para ejercer sus funciones [12].

3.2. Control de Mantenimiento en línea

El centro de control de Mantenimiento en línea estará ubicada junto a la terminal, en la base misma de operaciones de la compañía, aunque no necesariamente debe pertenecer a la misma. Se encarga de las siguientes funciones:

- Recibe la información actualizada a través del control operativo, tripulaciones y las organizaciones de mantenimiento o gestión de la aeronavegabilidad.
- Coordina las acciones a tomar en situaciones AOG para restablecer que vuelva a ser aeronavegable. Se considera que un avión está en AOG cuando no reúne las condiciones de seguridad para realizar vuelos. Esta situación ocurre cuando algún defecto no puede ser diferido.
- Supervisa y distribuye los registros técnicos de mantenimiento elaborados durante toda la operación.
- Coordina y supervisa la aplicación de medidas correctivas que puedan ser requeridas debido a una auditoría.
- Planifica las acciones a corto plazo para controlar el cumplimiento de las órdenes de trabajo emitidas por ingeniería o aquellas tareas que surjan durante la operación.
- Garantiza que los datos de las tareas de gestión de la aeronavegabilidad estén actualizados y se incorporen en el registro técnico.
- Controla y gestiona la base de datos informática para mantener la aeronavegabilidad, referido a los registros de vuelo, registros de mantenimiento y defectos diferidos.
- Procesa y transmite la información operativa al resto de departamentos.
- Elabora informes sobre retrasos, AOG o sobre el estado de las aeronaves.
- Gestiona y da seguimiento a los defectos diferidos y a las discrepancias emitidas por las organizaciones de mantenimiento.
- Notifica si ha ocurrido alguna incidencia, incidente o accidente al departamento de Seguridad operacional.

En muchas organizaciones este departamento depende del Gestor de aeronavegabilidad, que puede asumir sus funciones en caso de ausencia prolongada. Se puede considerar el lugar principal en el mantenimiento de una aeronave. El Centro de Control de Mantenimiento (MCC) forma parte del denominado Centro de Control de Operaciones (OCC). Este centro se podría definir como un Hub para coordinar la supervisión y el control de operaciones en tiempo real [13].

En las grandes compañías, el certificado Parte 145 suele estar integrado en el centro de mantenimiento en línea. De esta forma cuando operan desde una base, consiguen reducir costes y evitan tener que subcontratar servicios a otras organizaciones. Esto no siempre es fácil de llevar a cabo, ya que la implementación de procesos es bastante más compleja. Por lo que las compañías con una flota pequeña de aviones suelen tener estos servicios subcontratados. Además es un departamento que debe estar activo cada vez que se vaya a volar con el fin de monitorizar en todo momento la flota y garantizar un buen mantenimiento de la misma, por eso habitualmente se establecen turnos rotativos para que se pueda operar 24 horas. Lo que sí que deben tener todas las compañías con carácter obligatorio es un organización CAMO.

En la Figura 3.1 se muestra una serie de herramientas o componentes listos para realizar el mantenimiento en línea mientras se produce la escala de la aeronave en el aeropuerto [14].



Figura 3.1: Material preparado para mantenimiento en línea.

3.3. CAMO

El objetivo de esta sección es mostrar una visión general sobre lo que es una organización CAMO (Continuing Airworthiness Management Organisation), describiendo sus funciones, privilegios, así como las relaciones con otras organizaciones y diferenciando los tipos de operación.

Una organización aprobada de acuerdo a la Parte-CAMO puede desempeñar las siguientes funciones:

1. Gestionar la aeronavegabilidad de las aeronaves utilizadas por las compañías aéreas conforme al reglamento vigente, cuando figuren en su Certificado de Operador Aéreo (AOC).
2. Organizar la realización de tareas limitadas de mantenimiento de la aeronavegabilidad con cualquier organización subcontratada que trabaje bajo su sistema de gestión.
3. Prorrogar un certificado de revisión de la aeronavegabilidad.
4. Expedir el correspondiente certificado de revisión de la aeronavegabilidad y prorrogarlo a su debido tiempo.
5. Emitir una recomendación para la revisión de la aeronavegabilidad a la autoridad competente del estado miembro de matrícula.

Con el fin de mantener la certificación CAMO: hay que cumplir unos requisitos, uno de ellos en este caso es cumplir con el reglamento de la Unión Europea. También se concede a la autoridad competente el acceso a la organización, aeronaves, registros técnicos y a las actividades subcontratadas. Por lo que la autoridad podrá realizar auditorías siempre que considere oportuno.

Por último, no se debe renunciar al certificado, ni este ser revocado. La finalización, suspensión o revocación del certificado de operador aéreo invalida automáticamente el certificado de organización en relación con las matrículas de aeronaves especificadas en el certificado de operador aéreo, a menos que la autoridad competente indique explícitamente lo contrario. Si el certificado de aprobación es invalidado, debe ser devuelto sin demorarse a la autoridad competente.

Además la organización de gestión del mantenimiento de la aeronavegabilidad debe contar con un sistema de gestión de las operaciones de mantenimiento que garantice estos principios:

- 1º: La gestión de la seguridad y la calidad en las operaciones de mantenimiento.

2º: La supervisión y el control de las actividades.

3º: El cumplimiento de los reglamentos y normas aplicables del Operador.

A continuación, se muestran las funciones de un ingeniero CAMO. Estas tareas siempre se llevarán a cabo en colaboración con el resto del equipo. No obstante el responsable de la CAMO debe garantizar que se cumplen los procedimientos para minimizar los errores que pudieran cometerse. [15]

1. Preparar, supervisar y actualizar el programa o programas de mantenimiento de las aeronaves gestionadas, incluido cualquier programa de fiabilidad aplicable.
2. Preparar y analizar los informes de fiabilidad para obtener conclusiones que permitan optimizar y mejorar el programa de mantenimiento de la aeronave.
3. Supervisar las tareas de mantenimiento programadas para cumplir el programa de mantenimiento aplicable y la aeronavegabilidad de la aeronave.
4. Gestionar la planificación de las tareas rutinarias de mantenimiento en relación con la aeronave y los elementos, de conformidad con el programa de mantenimiento aprobado.
5. Gestionar la emisión de las órdenes de trabajo requeridas por las organizaciones de mantenimiento aprobadas para cumplir con las tareas de mantenimiento incluidas en los programas de mantenimiento.
6. Gestionar la emisión de órdenes de trabajo no programadas que sean necesarias para la operación.
7. Prestar asistencia a las organizaciones de mantenimiento en relación con las tareas de mantenimiento y la interpretación de los datos de mantenimiento aprobados.
8. Gestionar la aplicación de todas las directivas de aeronavegabilidad (AD) aplicables y la documentación documentación (SB, SL, etc.), según proceda.
9. Gestionar y supervisar la preparación, actualización y modificación de las órdenes de trabajo, Controles de ingeniería y hojas de ruta, utilizando el sistema informático de gestión de la aeronavegabilidad.
10. Gestión de las publicaciones técnicas y de la documentación necesaria para la gestión del mantenimiento con el fin de garantizar que estén completas, actualizadas, controladas, accesibles y almacenados de manera adecuada.

11. Analizar, cuando sea necesario, los boletines de servicio de alerta (ASB), los boletines de servicio (SB) y las cartas de servicio (SL), etc., emitidos por los distintos fabricantes. Mantener los registros actualizados (Boletines y Cartas de Servicio) y preparar las Órdenes de Trabajo que se consideren necesarias.
12. Realizar los análisis necesarios de las reparaciones o modificaciones importantes que deban incorporarse a la aeronave.
13. Colaborar y asesorar en el proceso de elaboración y actualización de los programas de mantenimiento de cada flota y sus correspondientes Hojas de Tareas, en coordinación con el Gestor de Mantenimiento de la Aeronavegabilidad.
14. Editar y desarrollar las instrucciones técnicas.
15. Elaborar y actualizar los procedimientos que afecten al departamento de Ingeniería.
16. Supervisar que la documentación y registros sea cumplimentada de forma correcta.
17. Supervisar que toda la documentación producida por las organizaciones de mantenimiento cumple con las políticas, requisitos y procedimientos internos.
18. Garantizar que todos los registros de mantenimiento se archiven de acuerdo con la normativa y se incorporen correctamente al sistema informático de gestión de la aeronavegabilidad.
19. Actualizar el registro de la documentación individual de cada aeronave, incluidos los libros oficiales, diarios de a bordo libros de registro, certificados, informes oficiales, etc.
20. Asegurarse de que el estado y los registros de la aeronave se comprueban y almacenar después de cada tarea de mantenimiento tarea los paquetes u órdenes de trabajo y los informes de comprobaciones importantes, vuelos de prueba, cambios de motor, etc.
21. Comprobar que todas las acciones de mantenimiento requeridas están correctamente cumplimentadas.
22. Gestionar, en nombre de los operadores que hayan contratado los servicios de la organización de gestión del mantenimiento de la aeronavegabilidad.
23. Proporcionar toda la documentación necesaria para llevar a cabo las revisiones de aeronavegabilidad.
24. Gestionar la evaluación, almacenamiento y conservación de todos los registros de gestión de la aeronavegabilidad, incluidos los registros de mantenimiento.

25. Analizar, proponer y supervisar las acciones apropiadas para los defectos recurrentes con el fin de evitar su aparición.
26. Controlar y dar seguimiento de los defectos diferidos.
27. Actuar como representante de la organización y gestionar, cuando sea necesario, las principales modificaciones realizadas en la aeronave en las organizaciones de mantenimiento contratadas.
28. Colaborar con el Gestor de Mantenimiento de la Aeronavegabilidad en la gestión de la aceptación y nueva entrega, bajo la gestión del departamento de Ingeniería.
29. Comprobar las horas/ciclos/fechas en relación con las piezas giratorias de vida limitada para programar las sustituciones e inspecciones/comprobaciones necesarias.
30. Realizar análisis de normalización de componentes, según sea necesario.
31. Asesorar al gestor del mantenimiento de la aeronavegabilidad sobre la aplicabilidad de componentes alternativos y la intercambiabilidad de piezas.
32. Asesorar al Responsable de Mantenimiento de la Aeronavegabilidad sobre los informes técnicos en el caso de reclamación de garantía y emitir la correspondiente Orden de Trabajo detallando las tareas a realizar siempre que le sea solicitada.
33. Asistir, cuando sea necesario, en el análisis de averías, defectos repetitivos, datos operativos utilizados para la elaboración del informe de fiabilidad.
34. Colaborar, cuando lo solicite el Gestor de Mantenimiento de la Aeronavegabilidad, en la inspección física y documental de los componentes gestionados por la organización.
35. Notificar cualquier incidencia, incidente y/o accidente al departamento de Seguridad en los plazos establecidos.
36. Actualizar los vuelos de las aeronaves en el sistema informático de gestión de la aeronavegabilidad.

El Ingeniero CAMO depende habitualmente del Director de Mantenimiento de la Aeronavegabilidad. En caso de ausencia prolongada sus funciones serán asumidas por el propio Director de Aeronavegabilidad [15].

Capítulo 4

Registros técnicos y programación del mantenimiento

Los registros técnicos son una parte esencial del mantenimiento. Sin registros no se puede acreditar ni monitorizar la actividad de forma precisa. Por lo tanto, si no se organizan y almacenan de una manera correcta es imposible garantizar que los procesos se están realizando de forma adecuada.

Las autoridades en las auditorías para certificar la aeronavegabilidad o para renovar los certificados piden los registros. Las compañías deben demostrar a través de los registros que cumplen con su plan de mantenimiento, que registran la actividad y que disponen de las herramientas suficientes para controlar el mantenimiento.

En este capítulo se explican para que se utilizan cada uno de los documentos para monitorizar la actividad del avión. Entre los registros, el primero que se va a tener en cuenta es el Aircraft Technical Logbook en el cual figuran todos los trabajos en orden cronológico, también figuran todos los vuelos. por lo que cualquier evento que suceda en el avión debe ser reflejado. A partir de este registro, se elaboran todos los demás registros, como órdenes de trabajo y boletines. Además, se explican los certificados que llevan los componentes y se especifica las diferencias entre cada mantenimiento que tienen acreditado. También se incluye en este capítulo el plan de mantenimiento programado que es un documento aprobado que se presenta a la autoridad para tener estructuradas todas las tareas que deben llevarse a cabo cumpliendo los intervalos establecidos. La organización CAMO debe planificar todo el mantenimiento para conseguir que se lleve a cabo de forma correcta.

4.1. Aircraft Technical Logbooks

El libro de vuelo conocido como ATL es el registro que va a bordo del avión para registrar su actividad. Se especifica por modelo y matrícula. Este libro puede ser completado por la tripulación o por los técnicos de mantenimiento, según sea requerido en cada momento. Lo ideal en estos casos es que no escriban en la misma hoja para diferenciar que hojas se refieren a vuelos y cuales a mantenimiento. De hecho en bastantes compañías se utilizaban dos libros diferentes, ahora es menos habitual, ya que así si un piloto registra un fallo, el personal de mantenimiento puede reflejar la acción tomada sobre el mismo. Los pilotos y copilotos deben identificarse en el reporte. En la Figura 4.1 se muestra un ejemplo de un libro ATL.

Aircraft Operator	Aircraft Type		Aircraft Registration			CREW														
	Flight ID	#	HOBBS	Start	0.0	Position	Leg	Name	Signature of PIC											
				End	0.0	CPT	1	FO												
Date	Preflight inspection		Departure			Arrival			Flight times			Load		Fuel				De-icing		
Name	Signature	Airport	Off-block	Take-off	Airport	Ldg	On-block	Block	Flight	Ldgs	Type	PAX	Cargo	Uplift	Prist	DEP	Used	ARR	Start	F/R
		EETN	08:55	09:00	LKPR	10:00	10:05	01:10	01:00	1	General aviation	0		400			0		-	-
Oil	Date		Flight Time Report	Total this page	01:00	Ldgs	1	Next maintenance due	Hours		Date									
	Quantity added			Total previous page																
	Total amount			New total																
Incidents, observations, troubles			Corrective Action			PART 145 / PART M RELEASE TO SERVICE														
						Date	Name	Licence number		Signature										
Remarks	very important remark																			

Figura 4.1: Libro ATL

La tripulación es la que debe completar entre otras cosas las horas de cierre y apertura de puertas, las horas de despegue y aterrizaje. De esta manera, quedan apuntadas las horas y ciclos, después la CAMO registrará esta actividad en el sistema informático para que los datos queden contabilizados.

Los técnicos de mantenimiento son quienes deben señalar e indicar todas las tareas de mantenimiento que se realicen. Estas deben ser firmadas por un mecánico con acreditación Parte 145 y debe llevar el número de revisión de los manuales correspondientes. En función de las directrices de la compañía, estas deben llevar también el número de Orden de Trabajo o una pequeña descripción de la tarea. Además también existe una casilla para

reflejar si se ha producido algún cambio de componente. Debiendo completar su número de parte, serial y posición de instalación.

Otros datos que se apuntan al rellenar las distintas casillas habilitadas son los siguientes:

- El número y el tipo de vuelo, puede ser un vuelo comercial, el caso más habitual, pero también se dan vuelos de posicionamiento, o vuelos de entrenamiento. En los vuelos de entrenamiento hay que estar muy atentos con el número de despegues y aterrizajes que se realizan. Este dato debe contabilizarse en los ciclos de los trenes de aterrizaje.
- Datos de combustible al inicio y al final de la operación, esto se utiliza en la parte de operaciones para mejorar los consumos e intentar reducirlos.
- La recarga de aceite en los motores. Este dato es muy importante, ya que un alto consumo de aceite en los motores suele indicar problemas de funcionamiento. Siendo este un sistema crítico.
- Si se ha aplicado la máquina de deshielo en las superficies alares para evitar que se modifiquen las superficies de sustentación.
- Si se ha producido un desvío a otro aeropuerto. Este caso se considera como un incidente y debe ser reportado a la autoridad en un período establecido.
- Si se ha utilizado máxima potencia en el despegue. En algunos programas de mantenimiento es un requerimiento. Puede establecerse que se realice al menos una vez al mes.
- Si se ha realizado el chequeo diario o prevuelo correspondiente.

4.2. Diferidos

Los diferidos conocidos normalmente como un HIL (Hold Item List), son aquellos defectos que afectan a la operativa, limitando alguna característica de la aeronave. Sin embargo, a pesar de afectar a la operativa, se considera que el avión puede seguir operando por un intervalo determinado en función de la gravedad del defecto.

La aeronave debe llevar a bordo un listado con todos los diferidos perfectamente organizados y controlados con sus fechas límite. Este listado puede ser reclamado en una inspección por la autoridad en cualquiera de los vuelos operados. Por esta razón este listado debe estar actualizado al día. Una vez cerrados se registran en un listado histórico que podrá ser consultado para detectar si se repite alguno de los fallos.

Los diferidos se organizan según sean de clase I o II. Como se detalla a continuación.

4.2.1. Diferidos Clase I

En el caso de los diferidos Clase I se les conoce como diferidos MEL (Minimum Equipment List). En la MEL se definen de forma detallada todos los equipos que pueden diferirse y sus intervalos en función de cuál sea su categoría según el problema que haya sido reportado.

Los diferidos se caracterizan porque se puede seguir operando durante un periodo establecido que dependerá de la categoría que se establezca. En ocasiones, se puede pedir una extensión de plazo a la autoridad si estos componentes no pueden ser reemplazados o las tareas no pueden realizarse en el plazo establecido por circunstancias justificadas. Por ejemplo, que se opere en un lugar de difícil acceso por parte de aduanas, resultando imposible hacer llegar el componente o las herramientas en tiempo y forma.

Para estos diferidos se debe llenar un formato. Especificando la hoja donde se reportó, la acción para diferirlo, indicando su referencia y el plazo del que se dispone para dar cumplimiento [15]. El plazo depende la categoría:

- Cat A: Son aquellos que necesitan una acción determinada en un tiempo bastante corto que se establece de forma concreta según el caso que sea. Podría ser antes del siguiente vuelo o un plazo mayor como por ejemplo 5 ciclos o 12 horas de vuelo.
- Cat B: estos diferidos deben resolverse en un plazo de 3 días consecutivos o lo que es lo mismo, 72 horas. Este plazo se cuenta desde el día siguiente a ser reportado. Son menos habituales.
- Cat C: Son aquellos en los que se concede un plazo de 10 días contanto desde el día siguiente que se reportó para solucionar la falla. En caso de solicitar una ampliación, esta será de diez días más.
- Cat D: Se concede un plazo de 120 días desde su reporte. En esta categoría no se suelen dar casos de ampliaciones ya que el periodo es más que suficiente para conseguir obtener una solución.

Un ejemplo de diferido por ejemplo es cuando se produce un fallo en las luces de navegación. Este diferido se clasifica como Clase I categoría C, teniendo por lo tanto diez días para colocar una luz nueva en su posición adecuada, como la luz de navegación mostrada en la Figura 4.2 para el modelo A320.



Figura 4.2: Luces de navegación. A320

4.2.2. Diferidos Clase II

Los diferidos Clase II son algunos daños o defectos menores que no afectan directamente a la aeronavegabilidad. Se conocen como clase II. Estos defectos normalmente no tienen un plazo estipulado por la autoridad, pero las compañías suelen establecer un periodo para tener un control y que no se prolonguen en el tiempo. En nuestro caso se considera el mismo plazo que los diferidos MEL de categoría D.

El departamento de calidad es el encargado de revisar que no se sobrepasen estos intervalos. También de que los formatos se rellenen de forma correcta. El departamenteto de calidad establece las instrucciones a los mecánicos involucrados sobre como debe registrarse la actividad de mantenimiento.

4.3. Órdenes de trabajo

Las Órdenes de trabajo son documentos elaborados por la CAMO para indicar las tareas que deben realizarse por mantenimiento en línea o en base. En ellas se especifica la referencia al AMM con la tarea determinada, también puede ser para cerrar un diferido, para un cambio de componente, para una reparación mayor o menor, y para hacer cumplir una directiva.

A la hora de especificar las órdenes es importantes ser concisos, ya que cuanto más se concreta más sencillo es evitar errores. Por ejemplo si se quiere remover un componente como puede ser una batería, lo mejor es referirse a su posición y adjuntar los datos del

componente instalado. Con un buen software, estas indicaciones se realizan enlazando todo lo que se desea añadir. Una vez que la orden de trabajo es realizada, se carga en el sistema y al enlazar con la tarea, los cumplimientos quedan actualizados, empezando a contar nuevamente el intervalo que corresponda.

Las órdenes de trabajo se refieren a tareas planificadas, ya que se realizan con una previsión. De esta forma, se procede a coordinar la logística para que los mecánicos puedan tener disponibles los componentes y las herramientas que van a necesitar a la hora de realizar el trabajo. Cuando hay una serie de órdenes que están relacionadas se pueden agrupar en paquetes. Por ejemplo para realizar una C-Check. Pero también para procesos repetitivos como puede ser un lavado exterior. En este paquete se incluirían todas las órdenes relacionadas consiguiendo así que se realicen a la vez y quedando el cumplimiento con la misma fecha al firmar la vuelta al servicio.

4.4. Componentes

Todos los componentes instalados en el avión necesitan tener su certificado con su número de parte para poder ser identificados de manera correcta. En la Figura 4.3 se muestra un ejemplo de este certificado. Cada organización tiene un certificado acreditado [16]. Por ejemplo, para la FAA se conoce como 8130.

1. Approving Competent Authority/Country		2. AUTHORISED RELEASE CERTIFICATE EASA FORM 1			3. Form Tracking Number
4. Organisation Name and Address:					5. Work Order/Contract/Invoice
6. Item	7. Description	8. Part No.	9. Qty.	10. Serial No.	11. Status/Work
12. Remarks					
13a. Certifies that the items identified above were manufactured in conformity to: <input type="checkbox"/> approved design data and are in a condition for safe operation <input type="checkbox"/> non-approved design data specified in block 12			14a. <input type="checkbox"/> Part 145.A.50 Release to Service <input type="checkbox"/> Other regulation specified in block 12 Certifies that unless otherwise specified in block 12, the work identified in block 11 and described in block 12, was accomplished in accordance with Part 145 and in respect to that work the items are considered ready for release to service.		
13b. Authorised Signature		13c. Approval/ Authorisation Number	14b. Authorised Signature		14c. Certificate/Approval Ref. No
13d. Name		13e. Date (dd mmm yyyy)	14d. Name		14e. Date (dd mmm yyyy)
<p>USER/INSTALLER RESPONSIBILITIES</p> <p>This certificate does not automatically constitute authority to install the item(s).</p> <p>Where the user/installer performs work in accordance with regulations of an airworthiness authority different than the airworthiness authority specified in block 1, it is essential that the user/installer ensures that his/her airworthiness authority accepts items from the airworthiness authority specified in block 1.</p> <p>Statements in blocks 13a and 14a do not constitute installation certification. In all cases aircraft maintenance records must contain an installation certification issued in accordance with the national regulations by the user/installer before the aircraft may be flown.</p>					
EASA Form 1-21 Issue 2.					

Figura 4.3: Formato EASA Form 1

El certificado por la EASA es el EASA Form One, que es obligatorio para todos los componentes que quieran instalarse en aeronaves que estén regidas por parámetros de la EASA.

Además se deben diferenciar varios tipos de componentes:

- Consumibles o rotables: son aquellos que tienen un solo uso, es decir cuando se desgastan se sustituyen por otros, mientras que sigan funcionando no necesitan ser reemplazados. Pueden ser por ejemplo los filtros o las luces. No por el hecho de ser consumibles significa que no tengan número de parte.
- Componentes monitoreados: conocidos por su término en inglés, “On Condition monitoring”. Son aquellos componentes que necesitan una revisión periódica, ya sea mediante una inspección, modificación o reparación.
- Componentes no reparables: conocidos como “Hard Time”. son aquellos componentes que proceden nuevos de fabricación o que debemos desmontar y reajustar completamente para que vuelvan a estar como nuevos. Certificando que no van a fallar, estos componentes son obligatorios para la operación y nunca se pueden diferir para reemplazarlos después.

En el Form One también se especifica si el componente es nuevo o si ha sometido a algún tipo de mantenimiento, en ese caso se podría clasificar de la siguiente manera:

- Nuevo: el componente está recién salido de fabricación.
- Overhaul: el componente ha pasado por un proceso en el cuál se ha desmontado por completo y se ha vuelto a montar cambiando las partes que estuvieran dañadas para que esté prácticamente nuevo.
- Reparado: el componente ha recibido un pequeño arreglo sobre la parte dañada para volver a garantizar su operatividad.
- Modificado: el componente ha reemplazado alguna de sus piezas cambiando su diseño por uno más eficiente. Esto suele darse para solucionar pequeños problemas.
- Inspeccionado: el componente ha recibido una revisión de carácter visual. Habitualmente, en este tipo de revisiones, el componente no sufre ningún cambio, sólo se comprueba que esté en correcto estado.

4.5. Configuración del programa de mantenimiento (CMP)

El contenido del programa de mantenimiento debe incluir por requisito, la identificación del propietario, de la aeronave y de los motores.

Para elaborar un programa de mantenimiento, se puede hacer seleccionando las inspecciones mínimas a realizar y las instrucciones que emite la organización de diseño aprobada [17].

Además, se deben especificar las tareas de mantenimiento adicionales. Estas tareas se ajustan al programa de aprobación de diseño. Incluyendo tareas alternativas que serán responsabilidad de la CAMO contratada. Organización que debe mantener los registros e informar al propietario.

También se deben tener en cuenta otros factores a incluir como son:

- Los equipos específicos instalados en la aeronave.
- Las modificaciones y reparaciones realizadas en la aeronave.
- Los componentes críticos para la seguridad en vuelo.
- Los componentes de vida limitada.

El programa de mantenimiento también debe tener en cuenta los intervalos recomendados para Overhaul (TBO), que son emitidos a través de Boletines de Servicio u otra documentación no obligatoria; teniendo en cuenta las directivas operacionales aplicables, las aprobaciones para operativas especiales y el uso de la aeronave en diferentes entornos ambientales. Por ejemplo, en zonas con alta humedad o salinidad es importante revisar que los componentes o el fuselaje no sufran corrosión, ya que en muchos casos la corrosión afecta a materiales metálicos. Otro factor ambiental puede ser la ceniza volcánica, este fenómeno es bastante peligroso. Cuando en una zona la densidad de cenizas es elevada se procede a parar las operaciones. La ceniza al introducirse en los motores podría llevar a una obstrucción en su funcionamiento y provocar su fallo.

Otra de las cosas que debe añadir el programa, es una mención sobre que trabajos pueden ser realizados por un piloto.

Si el programa es declarativo, se debe contar con una declaración firmada por el propietario, admitiendo su responsabilidad en el contenido y las desviaciones definidas. También debe contar con una declaración de cumplimiento para garantizar el mantenimiento de forma actualizada.

Si ha recibido una aprobación por la CAMO, debe estar firmado por la organización. La CAMO es la encargada de guardar los registros para reflejar aquellas desviaciones que

vayan ocurriendo. Al igual que los programas declarativos debe tener una declaración de cumplimiento.

4.6. Directivas y boletines de servicio

Son documentos emitidos por la autoridad o el fabricante para dar continuidad a la aeronavegabilidad. La idea de estas directivas es corregir fallos o riesgos que se hayan detectado al operar estas aeronaves. Una vez emitidas por la autoridad suele establecerse un periodo para dar cumplimiento siempre que la directiva sea aplicable a nuestra aeronave.

Un ejemplo puede ser que el fabricante considere que para determinado componente como una bomba de combustible debe hacerse un análisis exhaustivo de su funcionamiento en un plazo determinado. Dando una fecha límite para haber realizado esta inspección.

Otro caso, para esta misma bomba, puede ser que a partir de la fecha límite, esta bomba deja de aplicar para la aeronave. Por lo tanto en este caso la única opción que queda sería realizar el reemplazo.

Para controlar las directivas se debe tener un acceso a las páginas oficiales, como pueden ser a la web EASA y a la web Airbus, o el fabricante que corresponda. En este acceso se puede filtrar que tipo de directivas debemos recibir como notificadas en función del modelo de la aeronave. También existirán directivas relacionadas con los motores. Con estas notificaciones la CAMO debe llevar un control de análisis de directivas. Completando que directivas han sido analizadas por que se refieran al modelo correspondiente. Dentro de este listado se debe especificar si afecta directamente a la aeronave o no le aplica por su configuración singular. Este registro podrá ser solicitado por la autoridad.

En caso de que una directiva aplique se deben programar los trabajos necesarios, ya sea una revisión, reparación o reemplazo de componentes para realizarlo antes de su fecha de vencimiento. Posteriormente se registra su fecha para contar si necesita una revisión al cabo de un tiempo. En muchas ocasiones unas directivas sustituyen a otras, reajustando de esta manera su control.

Capítulo 5

Casos de Mantenimiento

En este capítulo se van a exponer dos casos prácticos de mantenimiento que se pueden realizar mientras que un avión está en condiciones aeronavegables para operar. Con estos ejemplos se va a aportar algún dato concreto, pero al fin y al cabo estos procesos están totalmente estructurados siguiendo los procedimientos como si de un listado se tratase.

En el primer caso práctico elegido tiene más que ver con un mantenimiento programado, se van a tratar las tareas preventivas que se realizan en línea para poder volar sin interrumpir las operaciones programadas. Mientras que el segundo caso es un suceso totalmente inesperado donde se van a explicar qué tareas son necesarias realizar cuando se produce un impacto de un rayo.

Ambos casos se han desarrollado a través de redacción propia interpretando los manuales y procedimientos internos de la compañía. Por motivos de confidencialidad no se desvela su nombre. También hay que aclarar que no es procedimiento general aplicable a todas las aeronaves. Estos suelen establecerse de forma similar, pero cada procedimiento particulariza en función de las características específicas de la aeronave. Lo que sí se aclara es que el primer desarrollo está caracterizado para una flota de A330 que está diseñado para transportar mercancías. En el segundo desarrollo se muestra también haciendo referencia a la flota A320.

5.1. Caso práctico 1: inspección repetitiva en línea de una Aeronave

En primer lugar hay una serie de tareas que se realizan antes de cada vuelo, esto se conoce como "Pre-flight". En segundo lugar son las tareas que se realizan de forma diaria, estas tareas, según la aeronave o el plan de mantenimiento correspondiente pueden producirse en un intervalo mayor de 24 horas, como puede ser 36, 48 o incluso 72. En tercer

lugar están las tareas que se realizan de forma semanal, de la misma manera, estas pueden ser períodos de 7 días o un poco más largos, 8 o 9.

Para la flota estudiada en este trabajo, las tareas citadas serán estructuradas en tres intervalos: las que se realizan previas a realizar cualquier vuelo, las que se realizan cada 3 días y las que se realizan cada 9 días. Por ejemplo para otra flota se podrían aplicar solo dos intervalos, uno diario para cada vuelo y otro con periodo semanal.

Así, si se detecta cualquier problema a la hora de realizar la inspección, debe apuntarse en el Aircraft Technical Logbook, para que mantenimiento tome las acciones necesarias. El personal de mantenimiento no podrá realizar tareas de mantenimiento programadas o no programadas durante la misma visita de mantenimiento en más de un sistema primario, ya que si se realiza un mantenimiento inadecuado pudiera provocar el fallo de un sistema. En caso de una circunstancia imprevista, el personal de mantenimiento podrá realizar tareas en más de un sistema primario, siempre que la acción sea realizada por un técnico diferente o sea realizada bajo supervisión directa de una segunda persona cualificada.

La sustitución de cualquier componente durante esta verificación debe ser registrada en la bitácora técnica de mantenimiento, detallando la siguiente información: descripción, número de parte, número de serie del componente instalado y del removido. También debe especificar la razón del cambio, y la referencia del AMM para realizarla.

Por último, después de realizar todas las tareas citadas a continuación se debe certificar la vuelta al servicio. Para la certificación de vuelta al servicio se deben realizar las comprobaciones que se especificaron anteriormente para este punto.

A continuación se van a separar los trabajos que deben hacerse en cada uno de los tres intervalos marcados.

5.1.1. Pre-vuelo

El Pre-vuelo refleja aquellas tareas mínimas que se producen para poder garantizar el desarrollo del vuelo en unas condiciones seguras. y cumpliendo con la regulación vigente en todo momento.

Este conjunto de tareas se basa principalmente en realizar una vuelta de reconocimiento: conocido en inglés como "walk around". Se hace un recorrido para inspeccionar todas las áreas, ya sean estructuras, puertas, paneles de acceso, luces, descarga estática, antenas, equipos y pintura. Se comprueba la limpieza, estado general, si existen fugas, corrosión, daños, abolladuras, grietas. Si se detecta algún objeto extraño, o que falten o estén sueltos los tornillos, las fijaciones y los remaches. Además hay que asegurarse que todas las superficies externas de la aeronave, motores incluidos, estén libres de hielo, arena, nieve, polvo, etc.

Esta tarea puede ser realizada por el piloto o por un técnico de mantenimiento. Además, debe realizarse menos de 2 horas antes de la salida del avión. Para realizar esta tarea deben seguirse unos requisitos establecidos en el procedimiento aprobado. Para el caso estudiado, sí que se permite realizar este procedimiento al piloto pero no siempre es así. También deben anexar los documentos de referencia o instrucciones AMM utilizadas.

Listado de puntos que se deben llevar a cabo:

1. Colocar la llave de seguridad en el tren de aterrizaje de nariz y en el tren de aterrizaje principal. En otros muchos aviones como se puede ver en la Figura 5.1 también se cubren los tubos pitots con una clavija acompañada de un etiqueta que indica su remoción. En este caso de estudio no se requiere esta tarea, probablemente por la dificultad para subir hasta ese punto ya que se necesitaría una escalera de grandes dimensiones [18].



Figura 5.1: Protección tubo pitot

2. Revisar los informes de los pilotos en el libro de registro de mantenimiento de la aeronave y realizar las acciones correctivas necesarias.
3. Leer el informe de vuelo conocido como PFR (Post flight Report) en busca de mensajes de fallo relacionados con la Unidad de Referencia de Datos Aéreos e Inerciales (ADIRU).
4. Verificar la existencia de los siguientes certificados y tarjetas dentro del compartimiento de documentación correspondiente:
 - Certificado de aeronavegabilidad. En nuestro caso, de acuerdo a la autoridad se concede por un año.

- Certificado de renovación de la aeronavegabilidad. Con este certificado se puede extender el Certificado de aeronavegabilidad por un año más sin necesidad de solicitar una extensión.
 - Certificado de Matriculación. Mediante acuerdos entre países, una aeronave puede tener distinto estado de matriculación al certificado de aeronavegabilidad.
 - Certificado de seguro. Toda aeronave necesita seguro de responsabilidad.
 - Autorización de Estación de Radio. Imprescindible para las comunicaciones.
 - Certificado de fumigación. Si fuera aplicable.
 - Tarjeta de combustible. Si fuera aplicable.
5. Verificar el estado de los mensajes relacionados con la electrónica, si requieren realizar acciones correctivas y llevarlas a cabo si son necesarias.
6. Comprobar si con los frenos de estacionamiento puestos existen fugas de líquido en:
- Pistones de freno.
 - Tapones.
 - Válvulas de entrada, drenaje y purga.
 - Todas las conexiones de los conductos hidráulicos.
7. Inspeccionar la unidad de potencia auxiliar conocida como APU (Auxiliary Power Unit). Para esta tarea, se debe esperar un mínimo de 10 minutos después de que la APU se haya detenido antes de realizar una comprobación del nivel de aceite.
- Realizar una comprobación del nivel de aceite de la APU en un plazo de seis horas después de que la APU se haya detenido.
 - Realizar el servicio del sistema de aceite del APU según sea necesario. Ya sea añadir aceite aprobado o limpiar el exceso después del servicio, asegurándose de que el tapón de llenado de aceite por gravedad APU está correctamente instalado. Se requiere doble verificación y se debe apuntar en el libro de mantenimiento la cantidad añadida.

Los vuelos ETOPS son aquellos que te permiten volar en trayectorias alejadas del aeropuerto más cercano. Puede ser ETOPS 90, 120, 150, 180 en función de los minutos que tengan concedidos. Según el procedimiento aprobado para poder volar en categoría ETOPS debe hacerse un encendido en vuelo del APU al menos cada 15 días. Este encendido se hace en la fase de vuelo en crucero. En la Figura 5.2 se compara una trayectoria de vuelo sin certificación ETOPS que debe recorrer zonas a

menos de 60 minutos del aeropuerto más cercano con otra trayectoria que se prepara teniendo en cuenta solo el punto de Origen y Destino. Este procedimiento permite a las compañías obtener un gran ahorro al disminuir su consumo de combustible.

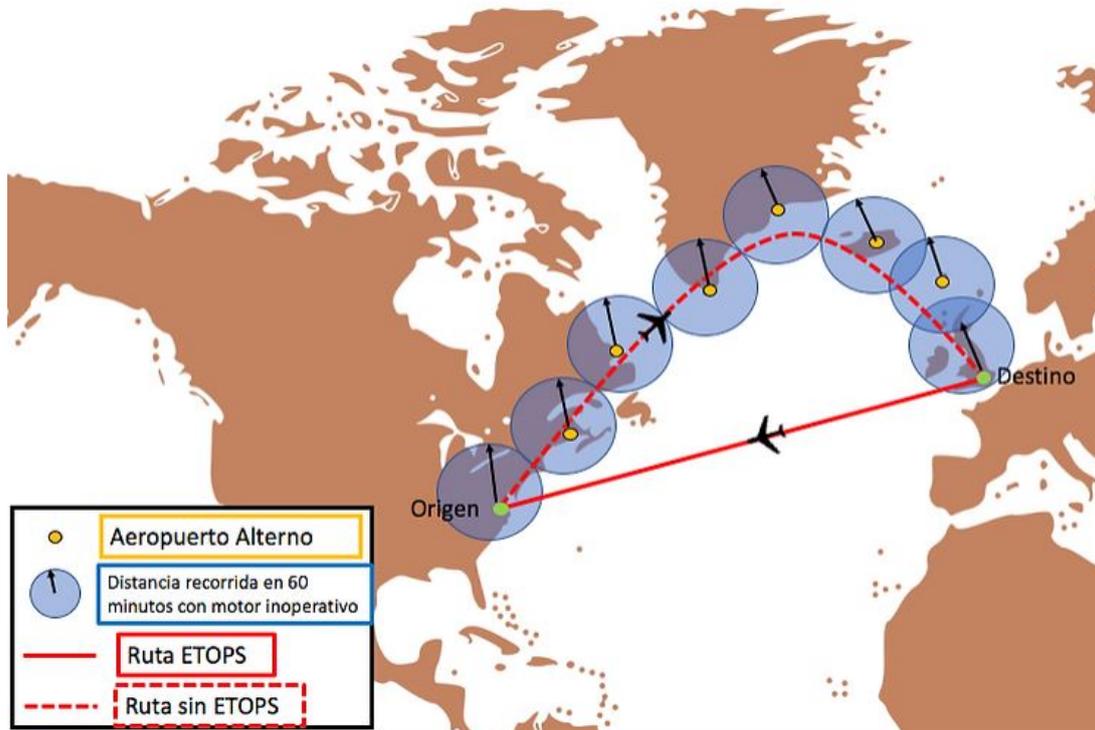


Figura 5.2: Ruta vuelo ETOPS

8. Comprobar el consumo de aceite del motor. En este caso, se debe esperar entre 10 y 30 minutos desde que se ha parado el motor. Para este modelo se tienen dos motores uno en el lado izquierdo y otro en el derecho. Se debe realizar en ambos motores.

Pasos a realizar en el mantenimiento del aceite del motor:

- Medir correctamente la cantidad de aceite consumido, para obtener una estimación correcta de su estado.
- Si la cantidad añadida es inferior al consumo habitual de aceite, no hay alerta.
- Si la cantidad añadida es superior al consumo habitual de aceite, comprobar si se ha realizado el mantenimiento de los tramos anteriores y calcular el “Consumo máximo real”, si el “Consumo máximo real” es superior al límite definido, se produce una alerta. Para esta flota el límite está establecido en 0.21 cuartos de galón por hora.
- Después de determinar una alerta hay que verificar si hay fugas de aceite en el motor y corregir si es necesario. Avisar al responsable del Centro de Control de Mantenimiento (MCC) para recibir instrucciones y registrar la información en el libro de mantenimiento.

Para esta tarea se necesita un doble chequeo, por mecánico e inspector o si solo se dispone de un mecánico tiene que seguir un procedimiento para garantizar todos los pasos de seguridad al cerrar los depósitos. Este apartado tiene una casilla para apuntarse la cantidad de aceite para cada motor, suele estar en torno a 18 galones en el depósito. También existe otra casilla para registrar el cierre de seguridad.

9. Realizar una inspección visual general como se muestra en la Figura 5.3 al operario comprobando el buen estado de las plantas motrices derecha e izquierda, góndolas y pilones (con las puertas cerradas) desde el suelo hasta donde sea visible, incluyendo el mástil de drenaje y los drenajes de los pilones para detectar obstrucciones y evidencia de fugas.



Figura 5.3: Inspección visual A330

10. Comprobar el nivel de aceite del generador de impulsión integrado (IDG) a través de la mirilla del IDG. Añadir aceite de motor aprobado al depósito de aceite según sea necesario. Registrar en el diario técnico de la aeronave la cantidad de aceite añadida.
11. Comprobar el indicador de presión diferencial del filtro de aceite IDG.
12. Realizar una inspección visual general del fuselaje delantero desde el suelo hasta donde sea visible, incluyendo:

- Puertas de la tripulación, puerta del compartimiento de carga, salidas de emergencia.
 - Puertas de los paneles de servicio: falta de fijaciones.
 - Ventilación del equipo de aviónica.
 - Salida de ventilación de la batería.
 - Válvula de salida.
 - Masa de drenaje de agua/residuos.
 - Puertos estáticos, todas las sondas y sensores, ángulo de ataque. Sin daños ni obstrucciones con las cubiertas protectoras retiradas.
 - Luces de exploración del ala y del motor: Limpieza.
 - Radomo; Sin daños o pestillos enganchados y bloqueados. El radomo está más expuesto a impactos. Al ser de fibra de vidrio también suele tener más problemas con cargas eléctricas como se explicará en el siguiente caso.
13. Realizar una inspección visual general del fuselaje central desde el suelo hasta donde sea visible, incluyendo:
- Puertas del panel de servicio.
 - Carenados de ala a fuselaje y carenados de panza, falta de sujetadores.
 - Mástil de drenaje de la cubierta de la tubería del tanque de APU y tanque de combustible.
 - Ventilación del compartimiento del aire acondicionado, entrada y salida de aire por el perfil alar: Sin obstrucciones.
 - Tomas y salidas de aire: Ninguna obstrucción.
 - Aleta de entrada de aire del ariete.
 - Luz anticollisión: Limpieza.
 - Antenas: Sin daños.
14. Comprobar el indicador de sobrepresión de la botella de oxígeno de la tripulación para la presencia del disco verde en su lugar.
15. Realizar una inspección visual general del borde de ataque de las semialas derecha e izquierda desde el suelo hasta donde sea visible, incluyendo:
- Luz de aterrizaje: Limpieza.
 - Listones del borde de ataque.
 - Paneles de acceso de alivio de presión: En su sitio y cerrados.

- Entrada de aire del tanque de compensación: No obstruida.
 - Protector de sobrepresión del depósito de compensación: Cruz blanca visible.
 - Superficie inferior del ala: Faltan fijaciones.
16. Realizar una inspección visual general de la punta del semiala derecha e izquierda y del borde de fuga desde el suelo hasta donde sea visible, incluyendo:
- Luces de navegación y estroboscópicas.
 - Descargadores estáticos.
 - Puertas de la turbina de aire: Correctamente cerradas.
 - Superficies de control, flaps y carenados de la pista de flaps: Daños, fugas.
 - Superficie inferior del ala: Evidencia de fugas de combustible y falta de fijaciones.
17. Realizar una inspección visual general de la superficie superior del ala izquierda y derecha y de las superficies de control, a través de las ventanas de la cabina o del compartimiento de carga.
18. Realizar una inspección visual general del fuselaje de popa desde el suelo hasta donde sea visible, incluyendo:
- Puertas del panel de servicio, sujetadores faltantes.
 - Antenas.
 - Mástil de desagüe de aguas residuales.
 - Válvula de desagüe.
 - Daños en la cola del fuselaje debidos al contacto con el suelo.
19. Realizar una inspección visual general de los estabilizadores, el fuselaje cola, empenaje y fuselaje trasero desde tierra hasta donde sea visible, incluyendo:
- Estabilizador horizontal y elevadores: daños, evidencia de fuga de fluido hidráulico.
 - Aleta y timón: daños, evidencia de fuga de fluido hidráulico.
 - Descargadores estáticos.
 - Tanque de compensación: fugas, toma de aire del tanque de compensación, protector de sobrepresión.
 - Zona APU:
 - Toma de aire.

- Puertas: que estén cerradas y aseguradas.
 - Desagües del mástil de drenaje y respiraderos: sin obstrucciones, ni evidencia de fugas.
 - Escape.
 - Indicador de sobrepresión del extintor de incendios: Disco rojo en su lugar. Es un requisito ETOPS.
 - Luces de navegación y estroboscópicas.
 - Superficie inferior: revisar la falta de fijaciones.
20. Asegurarse de que el sistema de agua potable reciba el mantenimiento requerido. Después del servicio verificar si hay evidencia de fugas.
 21. Asegurarse de que los tanques de residuos del inodoro reciben el mantenimiento necesario. Al finalizar el servicio verificar si hay evidencia de fugas.
 22. Comprobar si hay agua en los depósitos de combustible: Asegurarse de que se realiza una comprobación de contaminación por agua en una muestra de combustible aleatoria del depósito de combustible o de la unidad de bombeo.
 23. Después del servicio de reabastecimiento de combustible, realizar un inspección visual general del reabastecimiento / desabastecimiento de combustible tapas de acoplamiento y el cierre del panel de reabastecimiento de combustible y asegurarse de que están bien cerrados.
 24. Realizar una inspección visual de los tubos pitot y los puertos estáticos para comprobar que están libres de obstrucciones o daños. Hay que tener cuidado con la presencia de cinta adhesiva u otro elemento que pueda obstruir el tubo.
 25. Si el servicio de aceite del motor fue realizado por un técnico, realizar una nueva inspección para asegurarse de que el servicio de aceite del motor se realizó correctamente de acuerdo con el punto 8. Efectuar la segunda anotación en el Cuaderno de Mantenimiento registrando la reinspección anterior. Este es un requisito ETOPS.
 26. Comprobar que todos los cierres están correctamente cerrados y asegurados.
 27. Quitar los pasadores de bloqueo del tren de aterrizaje de morro y del tren de aterrizaje principal (según sea necesario).
 28. Asegurarse de que todos los sistemas del avión han vuelto a su estado habitual para el vuelo (módulos de prueba, interruptores, configuraciones, CB, etc.).
 29. Antes de remolcar, verificar que no haya corriente eléctrica ni tierra y que la puerta de acceso esté cerrada.

30. Después del retroceso, solicitar "freno de estacionamiento puesto", retirar el pasador de bloqueo NLG y los pasadores de dirección, y mostrarlos claramente a la tripulación de vuelo de la cabina.

Una vez realizadas todas las tareas se debe firmar en la casilla para garantizar este paquete de tareas. Al certificarlo se consigue la vuelta al servicio, consiguiendo que el avión esté aeronavegable de nuevo y disponible para poder volar.

5.1.2. Revisión 3 Días

Para la revisión de 3 Días se realizan tareas adicionales que no pueden realizarse por los pilotos en ningún caso. Siempre debe haber personal de mantenimiento.

Este periodo está establecido para facilitar la operativa, de esta forma se evita tener que realizar las tareas de manera diaria. La operativa de los A330 suelen ser vuelos más largos, por eso a veces tarda un par de días o tres en regresar a su base de mantenimiento. A diferencia de aviones más pequeños que suelen volver a su base a diario al hacer vuelos más cortos. Estas son las tareas programadas:

- Realizar inspección visual completa para neumáticos, ruedas y frenos.
- Realizar una comprobación funcional de la presión de los neumáticos. Haga una entrada con las Presiones de los Neumáticos en el Diario Técnico. El A330 lleva dos ruedas en el tren de nariz, su presión suele rondar los 190 psi. En el tren principal lleva 8 ruedas, estas ruedas suelen llevar la presión más alta en torno a 220 psi. Si el mecánico detecta que ha descendido ligeramente debe rellenarla, pero si el descenso ha sido importante o se ve que su desgaste está por encima del límite debe reemplazarla.
- Realizar la comprobación de funcionamiento del sistema de generación de emergencia.
- Descargar desde la FDMIU los parámetros de motor y vuelo a través de la PCMCIA. Estos datos serán analizados posteriormente para el reporte de confiabilidad y podrán ser requerido o sufrir una penalización si se pierden datos.

5.1.3. Revisión 9 Días

Esta revisión suele conocerse como semanal. En el caso estudiado se establece que se puede pasar de 7 a 9 días sin aumentar riesgos, debido a que algunas tareas clasificadas habitualmente en el plan semanal se realizan en el intervalo de 3 días. También se debe

estar pendiente de los ciclos y horas. Por la operativa suele ser bastante complicado acercarse a los 42 ciclos en 9 días. Al ser vuelos destinados a carga se tarda más tiempo en colocar el compartimento de carga. Por el contrario, suele estar más cerca del límite por horas. Es cierto que 130 horas es una cifra bastante alta para 9 días. Pero en alguna ocasión hay que tenerlo en cuenta y hacerlo al octavo día.

Para la revisión de 9 Días además se realizan estas tareas:

- Realizar una revisión visual del compartimento de carga delantera de la cubierta inferior de los revestimientos, paneles del piso, banda de sellado, placas de protección, placas de cubierta de la línea central, puertas de acceso, paneles de descompresión y válvulas de ecualización de presión.
- Realizar una revisión visual del compartimento de carga trasera de la cubierta inferior de los revestimientos, paneles del piso, banda de sellado, placas de protección, placas de cubierta de la línea central, puertas de acceso, paneles de descompresión y válvulas de compensación de presión.
- Realizar una comprobación visual del compartimento de carga a granel de la cubierta inferior de los paneles del suelo, las tiras de sellado, la puerta de acceso, los paneles de descompresión y la válvula de igualación de presión.
- Depósitos de combustible: Accionar las válvulas de drenaje de agua para drenar el agua acumulada en los tanques de sobrepresión interiores, exteriores y de ventilación de las alas.
- Potencia hidráulica principal: Comprobar la presión de carga de nitrógeno en los acumuladores de potencia hidráulica.
- Unidades de freno: Realizar una comprobación visual del desgaste del paquete térmico de freno utilizando el indicador de desgaste.
- Engranaje principal y puertas: Realizar la lubricación del pasador de pivote de la viga del tren de aterrizaje principal.
- Sistema indicador de aceite. Inspección detallada del del consumo.
- Arrancador neumático y sistema de válvulas: Realizar una reposición de aceite de arranque.
- Realizar una entrada en el ATL de las Horas y Ciclos de la APU indicadas en el ordenador a bordo.

De igual manera que en el caso del 3 días es necesario que un técnico de mantenimiento Parte 145 firme la vuelta al servicio al terminar todas las tareas.

5.2. Caso práctico 2: Impacto por rayo

Un impacto de un rayo puede suponer un gran coste para la compañía aérea. El principal factor no está en la reparación, aunque según a qué equipos afecte tendrá un coste mayor o menor. El tema principal es que es un suceso no programado, por lo tanto puede ocurrir en cualquier vuelo. En ocasiones, se produce estando lejos de la base habitual. Aquí se enmarca la clave, a mayor tiempo parado menos dinero produce. Por lo tanto si este problema lleva a la compañía a suspender vuelos, tendrá una serie de costes asociados que pueden suponer una cifra importante en función del número de vuelos cancelados o retrasados.

El componente principal actualmente para la fabricación del fuselaje de los aviones es la fibra de carbono. Este material compuesto no es conductor de corriente eléctrica, por lo tanto, para intentar evitar que se concentre la corriente eléctrica se le coloca una malla metálica alrededor de forma que pueda disipar esta energía.

Este funcionamiento se ve alterado cuando se produce un impacto de rayo, ya que la concentración de energía eléctrica es muy alta y por lo tanto, en ocasiones no se puede disipar a través de la malla, produciendo fisuras o desprendimientos en el material compuesto.

Esta es la razón por la cuál se debe realizar inspección después de detectar un impacto por un rayo. Tras el impacto de un rayo, se van a realizar varios servicios:

- 1º Hacer una inspección general de toda la superficie de la aeronave para encontrar las zonas de impacto. Buscando daños, como picaduras o quemaduras en la superficie.
- 2º Realizar una inspección minuciosa de las zonas afectadas para determinar el tipo y la cantidad de posibles daños.
- 3º Si encuentra daños, el ingeniero de mantenimiento debe tomar una decisión sobre la reparación o acción necesaria. Para ello, utilizará el Manual de Reparación Estructural (SRM) determinando si los daños pueden ser reparados por los procedimientos especificados. Si el daño está por debajo de los límites marcados en el manual, las reparaciones pueden comenzar inmediatamente. Si por el contrario, está por encima del límite, se requerirá un procedimiento de reparación especial elaborado por el fabricante, pero basado en la información proporcionada por el ingeniero de mantenimiento del avión. Se necesita información detallada sobre:
 - Causas de la avería, alcance y ubicación.
 - Planteamiento de opciones.
 - Estado de la aeronave, limitaciones y vuelta al servicio.

- Resultado esperado, ya sea una reparación permanente o temporal con revisiones periódicas.

Se deben considerar tres zonas donde habitualmente impactan los rayos:

Zona A: Mayor probabilidad. Corresponde al radomo, entrada de los motores, borde de salida y a puntas de las alas del avión.

Zona B: Zona de escape. Corresponde con el fuselaje, carenados de los motores del avión y estabilizadores.

Zona C: Menor probabilidad. La parte intermedia de los semialas y los estabilizadores.

En la Figura 5.4 se muestra un rayo que podría impacta en la punta del semiala derecha del avión.



Figura 5.4: Impacto rayo

5.2.1. Daños asociados

Para identificar los diferentes pasos nombrados, se van a tratar varios ejemplos en función del daño que han causado en la aeronave. Para explicar mejor como actuar se explica a que refieren estos pasos según para cada tipo de daño.

Caso A: Ningún daño asociado.

El primer caso es el más sencillo. En el cuál se detecta que ha habido un impacto de rayo. Pero al realizar las inspecciones no registra ningún daño asociado.

- 1º: Al realizar la inspección general no se ven daños asociados. El manual establece un período para el A330 anteriormente citado, de forma que si no se detectan daños en la superficie se puede seguir operando hasta 200 ciclos.
- 2º: Antes de sobrepasar los 200 ciclos, se debe realizar una inspección minuciosa de las partes que pudieran estar afectadas y completa en el caso de que no tengamos claro por donde se disipó la energía eléctrica del rayo. En esta revisión no se encuentra ningún daño por lo que no afectó a ninguna zona interna.
- 3º: El tercer paso queda resuelto ya que no se deben tomar acciones de reparación al no detectar daños en el segundo paso.

Caso B: Daños no visibles.

El segundo caso es en el cuál se detecta que ha habido un impacto de rayo. Al realizar la primera inspección general, no se detecta ningún daño. Pero, al realizar las inspecciones minuciosas se detecta que hay un daño asociado.

En la Figura 5.5 se muestra el cableado en el interior de un A330 es muy probable que tenga daños cuando se haya producido un impacto por rayo.



Figura 5.5: Cableado en el interior de un A330

- 1º: Al realizar la inspección general no se ven daños asociados. Se establece un período, similar al caso A.

- 2º: Antes de superar el periodo establecido, se realiza la inspección minuciosa de las partes afectadas y completa en el caso de que no tengamos claro por donde se disipó la energía eléctrica del rayo. En esta revisión se pueden encontrar diferentes daños que tuvieron lugar en zonas no visibles, ni estructurales. Lo más habitual en estos casos son abrasiones o quemaduras en algún cable o superficie interna.
- 3º: El tercer paso se trata de ver que solución se debe dar a esos daños. La mayoría de estas acciones son reparaciones fáciles que requieren reparar algún material y se podrán realizar justo al realizar la inspección general, quedando a continuación la aeronave lista para volar. Todos los daños deben ser registrados en el Mapa de daños.

Caso C: Daños visibles.

El daño se puede ver claramente al realizar la inspección general de forma similar a la Figura 5.6. Donde se pueden apreciar quemaduras en la fibra de que forma el Radomo. El radomo se construye con un material aislante como la fibra de carbono y sirve para proteger las antenas de comunicación instaladas en su interior.



Figura 5.6: Impacto rayo en Radomo. A320

- 1º: Al realizar la inspección general se ven daños asociados a simple vista, pudiendo tener sistemas importantes afectados o daños estructurales.
- 2º: Sin posponer la inspección general en horas y ciclos se debe analizar de manera concreta los daños que se hayan producido.
- 3º: Una vez analizados los daños se deben tomar acciones de reemplazar componentes o hacer las reparaciones que sean necesarias, en función de si los daños superan unos límites que varían para cada posición se deben reparar inmediatamente, o por el contrario si se encuentran por debajo de este umbral, se pueden colocar protecciones que se revisarán periódicamente hasta que se realice la reparación permanente. Esta reparación permanente también debe ser establecida mediante un intervalo, ya sea de horas, ciclos o días. Pero no se puede dejar sin concretar cuál es ese intervalo. Además debe registrarse en el mapa de daños.

El mapa de daños es una imagen global que representa en diferentes vistas toda la estructura de la aeronave, reflejando todos los daños estructurales que haya registrado desde sus inicios. Ya sea por impacto de rayo o por otros sucesos, como puede ser un impacto con un objeto o un pájaro, desprendimientos, rayaduras...

Lo más importante del mapa de daños es fijar el punto exacto donde se desarrolló la reparación, ya sea una reparación permanente o una reparación temporal que necesite de algún tipo de revisión. Por ejemplo si se ha producido un desprendimiento de material dentro de los límites, se puede colocar cinta adhesiva especial revisando su estado de manera semanal.

5.2.2. Mantenimiento aplicado

A continuación se explican las tareas a desarrollar para la inspección.

Hay que destacar que la primera fase se trata de una inspección visual general, En esta fase, se puede utilizar un dron para realizar la inspección, de esta forma se pueden reducir bastante los tiempos en evaluar los daños. El tiempo de revisión es mayor según el tamaño de la aeronave. Para un A320 se pueden ahorrar hasta 15 horas de trabajo. Además este proceso está automatizado y se capturan imágenes para reflejarlo todo. Este proceso tiene un inconveniente y es que se necesita disponer de un hangar para que el dron vuele con seguridad sin afectar al tráfico del aeropuerto.

Información sobre la preparación del trabajo. En primer lugar, se deben preparar los dispositivos, herramientas, equipos de prueba y equipos para acceder a la plataforma. Como se ha comentado, un rayo provoca una alteración en la corriente eléctrica, por esta razón puede afectar a las antenas principalmente.

Se deben realizar las siguientes tareas:

- Hacer una prueba del sistema de Alta Frecuencia (HF), desmontando esta antena.
- Probar el funcionamiento del sistema de muy alta frecuencia (VHF), También hay que desmontar esta antena.
- Probar el funcionamiento de la antena superior, utilizada para comunicación por satélite. Se Realiza primero su retirada y después se instala una nueva.
- Comprobar la cámara de paisaje.
- Comprobar la resistencia de la protección contra el rayo. Esta tarea es clave, ya que si no se realiza una inspección visual y se reemplaza, no tendremos protección frente a futuras descargas eléctricas.
- Desenergizar los circuitos eléctricos tanto de las alimentaciones externas A y B como del APU de la aeronave.
- Comprobar el sistema transmisor de localización de emergencia (ELT). En nuestro caso se llevan dos localizadores, uno que está fijo en el avión y otro portátil que podrá ser utilizado por la tripulación en caso de que se produzca un accidente sobre el mar y sea necesario localizar a las personas a bordo.
- Comprobar el correcto funcionamiento de los accionamientos hidráulicos y de los alerones, para esta comprobación se debe desmontar el conector del alerón, tanto interior como exterior. Y Posteriormente se vuelve a instalar.
- Realizar esta misma comprobación para el timón, comprobando el actuador del estabilizador horizontal.
- Extender y replegar los Flaps y slats en tierra para probar su correcto funcionamiento.
- Extender y replegar los alerones para probar su funcionamiento.
- Probar el funcionamiento de las luces de navegación, luces de aterizajes, luces anti-colisión y la iluminación dentro de la cabina.
- Desmontar e instalar la sonda para el tubo Pitot.
- Extraer e instalar el sensor de temperatura del aire.
- Extraer e instalar el sensor de ángulo de ataque.

- Probar el mecanismo de extensión y retracción de la RAT. La RAT (turbina de aire de impacto), es un sistema que, tienen algunas aeronaves comerciales y militares para proveer al equipo de energía hidráulica y eléctrica casi de forma instantánea, cuando las principales fuentes de energía fallen o se agoten. En la Figura 5.7 se muestra la RAT de forma extendida. Suele estar replegada en su interior mientras no está en uso para no perder aerodinámica. Además lleva pintado una marca roja alrededor para que se vea mejor en tierra.



Figura 5.7: RAT de un A330

- Probar el funcionamiento de la protección antihielo y para desempañar el parabrisas.
- Instalar los dispositivos de seguridad de los trenes de aterrizaje. Comprobando la apertura y el cierre de puertas tanto para el tren principal como para el tren de nariz.
- Probar el Sistema de Extensión y Retracción normal.
- Probar el funcionamiento de los sistemas de navegación: brújula de reserva, sistema de aterrizaje por instrumentos (ILS) y sistema global de navegación por satélite (GNSS).
- Extraer e instalar la Antena de localización y de la antena GPS.
- Probar el funcionamiento del radar meteorológico de exploración de la antena.

Conclusiones

Para desarrollar este trabajo se han tenido en cuenta conocimientos adquiridos previamente en este grado. Es imposible particularizar temas de mantenimiento en un aeronaive sin conocer su funcionamiento. Por lo tanto, se han usado conocimientos generales de muchos sistemas diferentes. Un ejemplo puede ser la configuración de las zonas de control y las superficies sustentadoras. Se necesita conocer su relevancia a la hora de volar para saber la gravedad que tiene un defecto en un punto determinado. Otro ejemplo son los motores, si se produce la entrada de algún objeto en el interior de estos sistemas críticos puede dar lugar a un fallo de motor que podría llevar a la aeronave a sufrir un incidente o accidente. Además, se tienen en cuenta conocimientos de sistemas de navegación y telecomunicación. Es bastante complicado entender como se aplican medidas para el mantenimiento sin conocer anteriormente las funciones de estos sistemas.

Por lo tanto, puedo considerar que la realización de este trabajo me ha permitido reforzar muchos conceptos sobre las aeronaves adquiriendo una idea global más clara, esto me permite mejorar mi comprensión sobre los sistemas que utilizan los aviones. Al conocer el mantenimiento que necesitan, se puede entender la forma más eficiente para que funcionen sin tener problemas mayores. Desde mi punto de vista, este tema debe ser mostrado con mayor importancia. Mi motivación para tratar estos temas ha sido la idea de aprender los conceptos y conocer la forma de actuar para resolver estos problemas que van surgiendo en el mantenimiento. Lógicamente, no se puede tener control respecto a todo lo que ocurre en un vuelo, pero lo importante es intentar prevenir los sucesos ya conocidos a través de la experiencia y estar preparados para intervenir ante los nuevos imprevistos que puedan surgir. Así el primer caso práctico nos permite comprender las labores para la prevención de fallos, mientras el segundo caso nos prepara las herramientas para poder tomar acción y evitar quedarnos desprevenidos. Además, analizando e investigando las causas de estos problemas he llegado a la conclusión que muchos errores se podrían evitar, o al menos minimizar, mejorando el diseño o fabricación en su origen.

Para finalizar, me gustaría reflejar que este trabajo me ha dado la oportunidad de conocer y estructurar los procedimientos que son necesarios para llevar a cabo el mantenimiento en la aviación. El mantenimiento sigue la misma hipótesis que otras ramas, siempre se busca corregir los fallos para conseguir optimizar. Lo que se busca optimizar

en este caso es el tiempo que el avión está disponible para realizar vuelos comerciales. Cuando se incrementa el número de vuelos comerciales, se consigue un mayor rendimiento económico que permite a las compañías comprar o alquilar nuevos aviones, ofreciendo nuevas rutas, consiguiendo que la actividad crezca. Al crecer la actividad también crece el número de revisiones que deben realizar las organizaciones de mantenimiento. Por lo tanto, se entra en un ciclo que se retroalimenta.

Bibliografía

- [1] Wondrium daily, wright brothers.
<https://www.wondriumdaily.com/wright-brothers/>. Último acceso: 2023-06-02.
- [2] Publicación icao, hermanos wright.
<https://www.icao.int/publications/documents/7300-cons.pdf>. Último acceso: 2023-06-04.
- [3] Cristina Cuerno Rejado. *Aeronavegabilidad y certificación de aeronaves*. Ediciones Paraninfo, SA, 2008.
- [4] Códigos ata 100 - empleo mantenimiento aeronáutico.
<https://www.empleomantenimientoaeronautico.es/lista-de-capitulos-ATA-100-mantenimiento-aeronautico-Spec-100-ISpec2200>. Último acceso: 2023-06-10.
- [5] Oaci: Ministerio de transportes, movilidad y agenda urbana.
<https://www.mitma.gob.es/areas-de-actividad/aviacion-civil/organismos-internacionales/oaci> . Último acceso: 2023-06-01.
- [6] Santiago M Álvarez Carreño. El proceso de institucionalización de las agencias estatales para la mejora de los servicios públicos en españa. *Revista Via Iuris*, (7):13–26, 2009.
- [7] Rivero murillo proyecto.
<https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/94288/fichero/TFG-4288+Rivero+Murillo/2C+C..pdf>. Último acceso: 2023-06-14.
- [8] David Garrido Estrada. Desarrollo de una herramienta informática para la gestión de centro de mantenimiento para una flota a-320. B.S. thesis, Universitat Politècnica de Catalunya, 2012.
- [9] Mecánica de aviones, mantenimiento aeronáutico.
<https://www.tmas.es/blog/mecanica-de-aviones/en-que-consiste-el-mantenimiento-aeronautico/transito>. Último acceso: 2023-06-03.

- [10] La muñoza, el país.
<https://elpais.com/economia/2021-02-14/iberia-y-airbus-se-alian-para-invertir-11000-millones-en-aviacion-sostenible.html>. Último acceso: 2023-05-10.
- [11] Preferente noticias: A321 iberia choca con un ave.
<https://www.preferente.com/noticias-de-transportes/noticias-de-aerolineas/un-a321-de-iberia-choca-con-un-ave-de-gran-tamano-en-barajas-323531.html>. Último acceso: 2023-06-01.
- [12] Coiae easa 145.
<https://www.coiae.es/cursos/html/curso-easa145.htm>. Último acceso: 2023-06-07.
- [13] Centro de control de mantenimiento.
<https://360aviationlife.com/el-centro-de-control-de-mantenimiento-de-una-aerolinea/>. Último acceso: 2023-06-02.
- [14] Aero informe: Iberia más sostenible.
<https://aeroinforme.com/iberia-mas-sostenible-en-su-division-de-handling/>. Último acceso: 2023-05-27.
- [15] Formato como f-030.
Documento interno. Rev. Mar-2023.
- [16] Reglamento (ue) nº 1321/2014 de la comisión de 26 de noviembre de 2014, sobre el mantenimiento de la aeronavegabilidad de las aeronaves y productos aeronáuticos, componentes y equipos y sobre la aprobación de las organizaciones y personal que participan en dichas tareas.
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:02014R1321-20210518qid=1635174369842from=ES>. Último acceso: 2023-05-28.
- [17] Jorge Damianovich Oliveira. La organización de aviación civil internacional (oaci).
Revista de Economía y Estadística, 3(1-2):85–134, 1950.
- [18] Tubo pitot - aerorevista. <https://aerorevista.files.wordpress.com/2015/09/imagen11.png>.
Último acceso: 2023-05-10.