

Trabajo Fin de Grado

Ingeniería Aeroespacial

Mantenimiento y conservación de aeronaves.
Normativa y comparación. Principales motivos de
siniestralidad por fallos de mantenimiento.

Autor: Ignacio Candau Hidalgo

Tutor: Francisco Lucas García

Dpto. Ingeniería Gráfica
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2019



Trabajo Fin de Grado
Ingeniería Aeroespacial

**Mantenimiento y conservación de aeronaves.
Normativa y comparación. Principales motivos de
siniestralidad por fallos de mantenimiento.**

Autor:

Ignacio Candau Hidalgo

Tutor:

Dr. Francisco Lucas García

Dpto. de Ingeniería Gráfica
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla
Sevilla, 2019

Trabajo Fin de Grado: Mantenimiento y conservación de aeronaves. Normativa y comparación. Principales motivos de siniestralidad por fallos de mantenimiento.

Autor: Ignacio Candau Hidalgo

Tutor: Francisco Lucas García

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2019

El Secretario del Tribunal

Agradecimientos

A mi familia.

El mantenimiento de las aeronaves surge de la necesidad de asegurar la seguridad de las personas y mantener la vida útil de las aeronaves. Ha ido evolucionando y cambiando a lo largo de los años hasta alcanzar las normativas y procedimientos vigentes según las diferentes agencias encargadas de ello, como en el caso europeo, EASA.

El objetivo de este Trabajo Fin de Grado es realizar un análisis, estudio y comparativa del mantenimiento de las aeronaves. Se estudiarán ámbitos de la normativa o tipos de mantenimiento y, asimismo, se hará un análisis de los accidentes aéreos más conocidos por mal mantenimiento, ya sea por parte de los técnicos o por piezas del avión en mal estado.

Por ello, en el primer capítulo se hará una breve introducción con contexto histórico y de la primera normativa a nivel global y europeo.

En el capítulo dos se analizará la normativa vigente, haciendo hincapié en las partes más importantes del Reglamento (UE) 1321/2014 (Parte M, Parte 145 y Parte 66). Centrados estos en los puntos que nos interesan de acuerdo al objetivo.

En el tercer capítulo se comentarán cuatro accidentes aéreos de gran magnitud en el mundo, incluido el accidente de Spanair en 2008.

Por último, se analizarán los tipos de mantenimiento, las partes más necesarias de mantener y las empresas dedicadas al sector dentro de España.

El propósito final es de obtener una idea general del mantenimiento de las aeronaves y la normativa que se usa para cumplir con todos los requisitos de seguridad para así poder prevenir los accidentes provocados por la mala aplicación de esta o por falta de mantenimiento.

Abstract

The aim of this Final Project is to make a research, analysis and comparative of the civil aircraft maintenance, especially in Europe. The objective is to study the normative, the types of maintenance and the aircraft accidents due to the lack of maintenance.

The final purpose is to gain a general idea of the aircraft maintenance and the normative which is used to secure the security of the airplanes in order to prevent aircraft accidents due to a bad application of it or lack of maintenance.

Agradecimientos	7
Resumen	9
Abstract	11
Índice	13
Índice de Tablas	15
Índice de Figuras	17
1 Introducción	1
1.1 <i>Grandes precursores de la aviación</i>	1
1.1.1 Leonardo Da Vinci	1
1.1.2 Hermanos Wright	3
1.2 <i>Primera normativa a nivel global</i>	4
1.2.1 De los inicios a la segunda Guerra Mundial	4
1.2.2 De la Segunda Guerra Mundial hasta los años 80	4
1.2.3 De los años 80 has nuestros días	5
1.3 <i>Mantenimiento</i>	7
2 Normativa	9
2.1 <i>EASA</i>	9
2.1.1 Certificado de Aeronavegabilidad	10
2.1.2 FAA	14
2.1.3 Comparación entre certificados EASA y FAA	15
2.2 <i>Parte M</i>	15
2.3 <i>Parte 145</i>	26
2.4 <i>Parte 66</i>	33
3 Accidentes Aéreos	37
3.1 <i>Accidente de Spanair</i>	37
3.2 <i>Otros accidentes</i>	42
3.2.1 Vuelo 123 Japan Airlines	42
3.2.2 Vuelo 5390 de British Airways	43
3.2.3 Vuelo 812 de Southwest Airlines	44
4 Mantenimiento Base	47
4.1 <i>Tipos de mantenimiento</i>	47
4.1.1 Mantenimiento en Línea	47
4.1.2 Mantenimiento menor	48
4.1.3 Mantenimiento mayor	48
4.1.4 Mantenimiento de letra	49
4.2 <i>Tipos de hangares</i>	49
4.3 <i>Mantenimiento partes más exhaustivas</i>	50
4.4 <i>Empresas del sector</i>	51
Conclusiones	55
Referencias	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Comparativa básica entre ambas normativas	15
Tabla 2.- Tabla explicativa de los accidentes estudiados	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1.- Ornitópero de Leonardo da Vinci.	2
Ilustración 2.- Tornillo aéreo de Leonardo Da Vinci	2
Ilustración 3.- Aeroplano de los hermanos Wright	3
Ilustración 4.- Logo de la FAA estadounidense	4
Ilustración 5.- Logo de la EASA	6
Ilustración 6.- Gráfico temporal	7
Ilustración 7.- Cartel EASA Parte 145	10
Ilustración 8.- Solicitud requerida por la AESA española	13
Ilustración 9.- Avión de la compañía Air Europa en mantenimiento	26
Ilustración 10.- Mantenimiento en línea de un motor	27
Ilustración 11.- Cuadro comparativo de la clasificación C	28
Ilustración 12.- Representación en 3D del hangar de mantenimiento de Air Europa en Barajas	29
Ilustración 13.- Aeronave movida por pistones (hélice)	34
Ilustración 14.- Ejemplo aeronave Grupo 1	34
Ilustración 15.- Aeronave subgrupo 2a.	35
Ilustración 16.- Aeronave subgrupo 2b.	35
Ilustración 17.- Accidente de Spanair de forma resumida	37
Ilustración 18.- Cuadro de inspecciones según la normativa MPDM80SP	39
Ilustración 19.- Cuadro de los puntos asociados	40
Ilustración 20.- Relé RD2	41
Ilustración 21.- Reparación del avión siniestrado	43
Ilustración 22.- Accidente de Japan Airlines	43
Ilustración 23.- Estado del parabrisas y del comandante	44
Ilustración 24.- Avión siniestrado dónde se puede comprobar el agujero en el fuselaje	45
Ilustración 25.- Aeronave de Iberia en el hangar de mantenimiento para la revisión en línea	48
Ilustración 26.- Hangar simple	49
Ilustración 27.- Hangar a dos aguas	49
Ilustración 28.- Hangar atirantado tipo radial	49
Ilustración 29.- Hangar de tipo guante	50
Ilustración 30.- Hangar en cubierta inclinada	50
Ilustración 31.- Hangar en voladizo	50
Ilustración 32.- Hangar en V	50
Ilustración 33.- Ejemplo empresas Part 145	52
Ilustración 34.- Ejemplo empresa Part M	53

1 INTRODUCCIÓN

Lo que se necesita principalmente es habilidad en lugar de maquinaria.

- Wilbur Wright -

Cuando en la Era Antigua el emperador Sin de China decidió saltar desde lo alto de una torre con dos sombreros de paja, no sabía que estaba siendo un pionero en el mundo de la aviación. Sin embargo, no fue hasta Leonardo da Vinci, en el siglo XV, cuando se empezó a estudiar este fenómeno tan concreto. Desde el estudio de las nubes hasta los primeros planos y construcciones de máquinas precursoras de la navegación aérea.

No obstante, los grandes impulsores de la navegación son los hermanos Wright. Estos hermanos generaron la primera construcción, capaz de elevarse en el aire por unos metros.

Con la llegada de las dos grandes Guerras Mundiales, la aviación se vio inmersa en un gran adelanto tecnológico, capaz de revolucionar el mundo aeronáutico.

Una vez la industria avanzó, también lo hizo la necesidad de controlar el espacio aéreo y de proveer a los aviones de un mantenimiento adecuado, a fin de conservar su buen estado. Después de la II Guerra Mundial, se fundan la ICAO, ISO y la OTAN. Estas tres organizaciones garantizan una nueva interconexión entre los distintos países mediante tratados.

Pero no fue hasta 1958, con la fundación de la FAA estadounidense, cuando podemos hablar de normativa y certificación de aeronaves propiamente dicho.

Para que llegue a Europa una organización similar, hará falta esperar hasta 1990, cuando se funda la JAA, actual EASA.

1.1.- Grandes precursores de la aviación.

1.1.1.- Leonardo Da Vinci:

Como anteriormente ha sido mencionado, Leonardo Da Vinci fue un genio para su época (siglo XV), ya que no solo era artista, sino que también destaca mucho como ingeniero e inventor.

Uno de sus mayores logros fue su curiosidad por la aviación, mostrando un verdadero interés por el estudio de las aves y la forma en que estas vuelan

En el códice de Turín podemos encontrar la mayor parte de los estudios de Leonardo relativos al vuelo de dichos pájaros. Además, junto con el códice del Atlántico, formaran la mayor parte de sus estudios aeronáuticos.

El primer gran artefacto que diseñó, recreando el vuelo de las aves, fue el ornitóptero.



Ilustración 1.- Ornitóptero de Leonardo da Vinci. [1]

El diseño de esta máquina constituía el primer gran modelo de aviación. Nunca fue puesto en funcionamiento, ya que no se construyó ningún prototipo, pero, aunque fuera posible un planeo, el despegue era prácticamente imposible de lograr, al no poder proporcionar a la máquina la energía suficiente para hacerlo volar.

A parte del modelo recostado (ilustración 1) Leonardo incluyó modelos dónde la persona iba de pie.

Podemos observar que posee alas simulando el aleteo de los pájaros, así como amortiguadores, simulando patas de pájaro. Para su funcionamiento, estaba dotado de palancas, mecanismo y poleas con los que la persona podría generar la energía necesaria para mover las alas.

Sin embargo, Da Vinci también promovió la creación de los primeros autogiros, con el diseño del llamado tornillo aéreo (ilustración 2). Este dispositivo disponía de unas hélices que al girar provocaban la comprensión del aire, en un intento de generar la sustentación. Dicho tornillo, en caso de tener que abandonarlo en el aire, disponía de paracaídas rudimentario.

Para ello, disponía de una barra, tipo molino, que debía girar una persona. El proceso era complicado ya que la fuerza necesaria que se tenía que ejercer era mucha.

De nuevo, este dispositivo no se llegó ni a construir, por tanto, nunca estuvo en pruebas y no sé sabe si podría llegar a funcionar, ya que los científicos actuales creen que la máquina era demasiado pesada para llegar a funcionar.



Ilustración 2.- Tornillo aéreo de Leonardo Da Vinci. [2]

A pesar de estos dos grandes inventos de Leonardo Da Vinci, sus mayores logros fueron el estudio concreto de la aerodinámica, que impulsó esta ciencia hasta los niveles alcanzados actualmente. Sin embargo, muchas de sus obras quedaron destruidas o perdidas y mucha información fue oculta, no pudiendo acceder a estos registros nunca más. [2]

1.1.2.- Hermanos Wright:

Mientras que Leonardo Da Vinci allanó el terreno con novedosos prototipos y estudios muy detallados, no fue hasta 1903 cuando se produjo el primer vuelo protagonizado por una icónica pareja de hermanos estadounidenses, los hermanos Wright.

Orville y Wilbur Wright, inventores de EE. UU., hicieron historia con la construcción de la primera máquina voladora.

Con unos estudios similares al actual bachillerato, vivían de un taller de bicicletas que ambos fundaron.

Sin embargo, estos hermanos tenían una pasión compartida: el estudio de la aeronáutica.

Siguiendo las observaciones realizadas por Otto Lilienthal, científico encargado de estudiar aeroplanos, y de S.P. Langley, encargado de estudiar el proceso de sustentación de las alas, construyeron biplanos y cometas con nuevas incorporaciones, tales como el timón vertical, el elevador horizontal y los alerones, permitiendo controlar las estructuras en las tres direcciones.

No solo eso, sino que también construyeron instalaciones, las cuáles ahora serían como túneles de viento, dónde podían experimentar las características aerodinámicas más importantes.

Finalmente, junto con todas estas pruebas y mejoras, en 1903 construyeron el famoso aeroplano adaptado con un motor de combustión interna.



Ilustración 3.- Aeroplano de los hermanos Wright. [3]

Con este nuevo modelo, el 17 de diciembre de 1903 en Carolina del Norte, Wilbur Wright a bordo de la aeronave consiguió volar durante aproximadamente un minuto de duración una distancia de unos 26 metros.

Más adelante, en 1905 ya habían conseguido mantenerse en el aire durante media hora y recorrer una distancia aproximada de 40 km. [3]

1.2.- Primera normativa a nivel global.

1.2.1.- De los inicios a la segunda Guerra Mundial.

En esta época de grandes desarrollos aeronáuticos e incertidumbre política, las leyes de cada país establecían los criterios de normativa y mantenimiento de los aviones que ellos mismos producían.

Los hechos más importantes marcados en esta época fue la consideración de la aeronáutica como gran medio. Se habilitan aviones capaces de transportar grandes cargas de mercancías, así como primeros intentos de vuelos supersónicos y aviones de combate de un gran avance.

1.2.2.- De la segunda Guerra Mundial hasta los años 80.

En plena Guerra Fría, la industria aeronáutica experimenta un despegue sin precedentes. Con la creación de grandes aparatos, sofisticados y capaces de recorrer grandes distancias, se vio muy necesario, en el panorama internacional, conseguir objetivos comunes en materia de normativa aeronáutica.

Ya no basta con leyes propias de cada país, al ser los vuelos internacionales un hecho.

Se funda la primera gran administración de normativa aeronáutica, la FAA (Federal Aviation Administration) estadounidense.



Ilustración 4.- Logo de la FAA estadounidense. [4]

La FAA nace de la necesidad de dar solución a problemas típicos de la aviación creados a partir de la I Guerra Mundial. Los accidentes aéreos eran muy comunes al no disponer de grandes servicios ni de un control apropiado. Por tanto, cuando grandes compañías como “*Pan American Airways*” o “*Western Air Express*” comenzaron a realizar vuelos comerciales con pasajeros, se vio la necesidad de crear un sistema de control aeronáutico sobre el cielo de EE. UU.

Lo primero que se creó fueron señales para establecer comunicación entre los pilotos y los controladores de los aeropuertos.

En 1934 se creó el “*Bureau of Air Commerce*”, mostrando el gran auge que estaba teniendo la aviación en el país. Se crearon tres grandes puestos de control:

- Newark (New Jersey)
- Cleveland, Ohio

- Chicago, Illinois.

Estos tres centros dirigían las rutas aéreas del país.

Uno de los motivos por los que se instó a crear un sistema más seguro, ya que la población así lo exigió, fue a raíz de la muerte de Knute Rockne, entrenador del equipo de fútbol americano de la Universidad de Notre Dame.

A continuación, en 1938, el presidente de los EE. UU., Franklin Roosevelt firmó el acuerdo Civil de Aeronáutica, marcando el inicio del gran desarrollo de la seguridad aérea.

Más adelante, en 1940, el presidente mencionado anteriormente, dividió la agencia creada en 1938 (CAA) en dos, “*Civil Aeronautics Board*” y el “*Department of commerce*”.

Todo esto mencionado anteriormente, no fue más que un preludio.

El 21 de mayo de 1958, el senador Monroney introdujo una factura para fundar una Agencia Federal independiente. Dos meses más tarde, en agosto, se hace realidad con la firma que constituía la FAA.

Para la zona europea habría que esperar hasta 1990, sin embargo, teniendo como precedente la FAA, en España se fundó la DGAC (Dirección General de Aviación Civil) en 1982, sustituyendo a la Subsecretaría de Aviación Civil fundada en 1936 por el Ministerio del Aire.

“La Dirección General de Aviación Civil es el órgano mediante el cual el Ministerio de Fomento diseña la estrategia, dirige la política aeronáutica, a cuyo efecto coordina a los organismos, entes y entidades adscritos al Departamento con funciones en aviación civil, y ejerce de regulador en el sector aéreo, dentro de las competencias de la Administración General del Estado.” [5]

Durante este tiempo, se produce un auge de la Normativa Empresarial aeronáutica.

Aunque al principio los inicios de la normativa son a nivel estatal, poco a poco se van estandarizando, a medida que existen más vuelos internacionales y hay más países implicados. [6]

1.2.3.- De los años 80 hasta nuestros días.

No obstante, no fue hasta los años 90 cuando en Europa no hubo una gran mejora del aspecto organizativo.

En 1990 se funda la JAA (“*Joint Aviation Administration*”), a imagen y semejanza de la FAA.

En Europa se hizo evidente la necesidad de crear una administración de este tipo, ya que se había inaugurado EADS, aglutinando las principales empresas nacionales de construcción de aeronaves de Alemania, Francia y España.

Sin embargo, en 2008 la JAA paso a denominarse EASA (“*European Aviation Safety Agency*”). Para el caso de España, se funda la AESA (Agencia Estatal de Seguridad Aérea), encargada de la parte técnica de seguridad del transporte aéreo.

La EASA (antes JAA) es una agencia de la Unión Europea para asegurar un elevado y uniforme nivel de seguridad en aviación civil.

La misión de esta agencia es la de promover los más comunes estándares de seguridad y protección medioambiental en aviación civil.

Entre otras responsabilidades de la agencia podemos encontrar:

- Consejos a los países de la Unión en el diseño de nueva legislación.
- Certificados tipos de diferentes aviones.
- Certificados de personal involucrado en las operaciones del avión.

EASA se estructuró el 28 de septiembre de 2003 como un cuerpo independiente de la UE, con su personalidad legal propia. Establecida en Colonia (Alemania), la EASA comenzó su operación, pasando a formar parte del

toda la UE en 2008. Durante ese tiempo se constituyeron sedes en todos los países miembros de la Unión Europea.

Actualmente, se encarga de la certificación de las aeronaves a nivel europeo. Por tanto, constituye la agencia principal en la que se va a sustentar este TFG. [7]



Ilustración 5.- Logo de la EASA. [8]

En España, la AESA es la encargada de desarrollar normas comunes para la navegación asegurando el cumplimiento de inspecciones.

Está controlada por la EASA y realiza junto a esta la expedición de certificados. Además, controla los centros de mantenimiento a través de la inspección y aprobación de sus programas de mantenimiento.

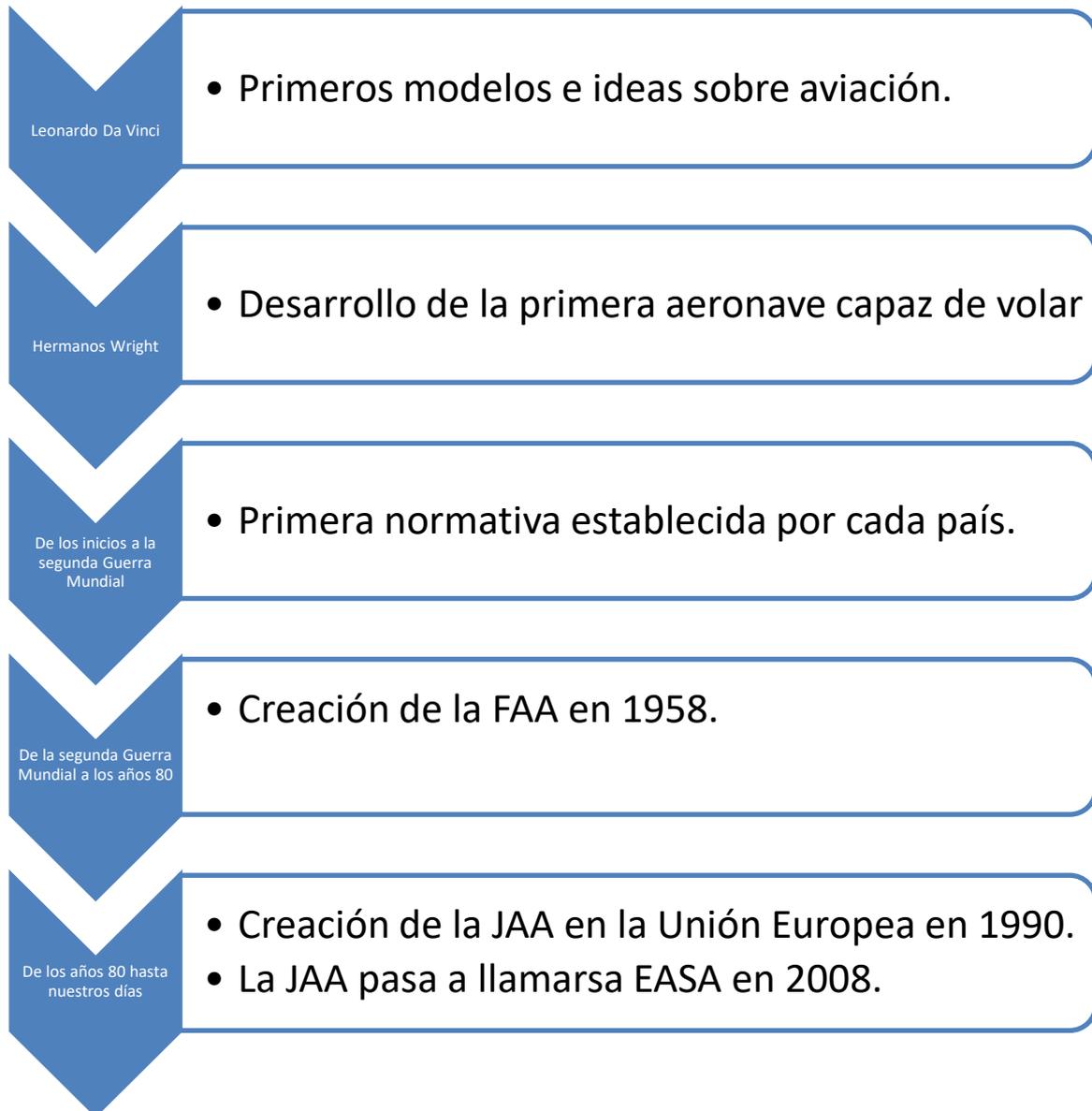


Ilustración 6.- Gráfico temporal.

1.3.- Mantenimiento.

Se entiende por mantenimiento como:

“1. m. Acción y efecto de mantener o mantenerse.

2. m. Conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que instalaciones, edificios, industrias, etc., puedan seguir funcionando adecuadamente.” [9]

Para el caso de una aeronave civil, el mantenimiento de los aviones se rige, entre otras, por la normativa EASA. Siendo las propias compañías aéreas las que se encargan del mantenimiento de estas en hangares, mediante ingenieros y técnicos de mantenimiento.

La misión de mantener la aeronave es crucial a la hora de realizar vuelos. Es más, sin estas acciones, sería mucho más complicado que las compañías aéreas pudieran comprar aviones, debido a que la vida útil de los mismos sería muy inferior.

2 NORMATIVA

Aprende de los errores de los demás. Nunca vivirás lo suficiente para cometerlos tú mismo.

- Anónimo -

La normativa sobre el mantenimiento está influenciada por la gran evolución que han tenido las aeronaves durante los últimos años. No solo es importante para mantener los aviones en buen estado, sino que es necesaria para garantizar la seguridad ciudadana al usar este medio de transporte.

En este proyecto nos vamos a centrar principalmente en la normativa a nivel europeo, que es por la que se rige el estado español.

2.1.- EASA.

La normativa EASA es la referencia clave a la que está sujeto todo el tema de mantenimiento.

La EASA, como ya se ha explicado anteriormente es la agencia encargada de regular la normativa y certificación de las aeronaves a nivel europeo.

Los documentos de certificación más importantes de las aeronaves son “CS – 25 y AMC – 20 (*Acceptable Means of Compliance*)”.

Dentro de este AMC, dónde se tienen muchas partes diferenciadas, las partes que nos interesan son “*Part M – Continuing Airworthiness Requirements. Part 145 – Maintenance organisation approvals. Part 66 - Licence*”. [10]

La Parte M es usada para estudiar los requisitos y cumplimientos necesarios para mantener el mantenimiento de la aeronavegabilidad.

La Parte 145 es un documento registrado por la EASA dónde se especifican los requisitos necesarios de certificación de la aeronave en temas de mantenimiento. Además, los Anexos del Reglamento (UE) n.º 1321/2014 de la Comisión, dónde se especifican requerimientos y necesidades para el mantenimiento de la aeronavegabilidad y de las aeronaves en general.

La Parte 145 establece los requisitos aplicables a organizaciones de mantenimiento. “*Se adopta al Reglamento (UE) n.º 1321/2014 de la Comisión 26 de noviembre de 2014 "sobre el mantenimiento de la aeronavegabilidad" de las aeronaves y productora aeronáuticos, componentes y equipos y sobre la aprobación de las organizaciones y personal que participan en dichas tareas*””. [11].

Además, el Part 145 regula dichos estándares de certificación de mantenimiento en las estaciones.

La Parte 66 establece los requisitos de certificación de mantenimiento de las aeronaves.

Una vez que las estaciones de mantenimiento tengan el certificado Parte 145, serán una estación reconocida a nivel mundial, ya que el Parte 145 de la EASA y de la FAA es muy parecido y, por tanto, permite que en los países regidos por la FAA y por la EASA se pueda operar.

Dicho esto, EASA reconoce a países que no pertenezcan a la EASA mientras que tengan las certificaciones reconocidos por la agencia, como es por ejemplo la Parte 145 o certificaciones muy parecidas, como es el caso de la FAA.



Ilustración 7.- Cartel EASA Parte 145. [12]

Pero, para poder hacer un estudio detallado de la certificación de mantenimiento, es necesario que el avión esté capacitado para volar.

Este requisito lo proporciona el Certificado de Aeronavegabilidad.

2.1.1.- Certificado de Aeronavegabilidad.

El Certificado de Aeronavegabilidad se define como: *“Documento de carácter técnico, mediante el cual la Autoridad Aeronáutica acredita que a la fecha de su otorgamiento la aeronave está apta para volar y ser utilizada según las condiciones asociadas a su categoría y clasificación, de acuerdo a las limitaciones establecidas en su certificado tipo.”* [13].

Los requisitos de aeronavegabilidad fijados por la EASA se encuentran en el Artículo 5 del Reglamento Base (Reglamento (CE) n.º 216/2018 del Parlamento Europeo).

Entre otros, se expone:

- Solidez del producto (*“Product integrity”*): *“Deberá garantizarse para todas las condiciones de vuelo previstas durante la vida útil de la aeronave. El cumplimiento de todos los requisitos deberá quedar demostrado a través de evaluaciones o análisis, respaldados, en caso necesario, por pruebas.”* [14]
 - a) Estructuras y materiales. En este apartado se incluyen condiciones de carga y operación, efectos dinámicos o efectos aeroelásticos entre otros.
 - b) Propulsión. Aquí podemos encontrar solidez del sistema en condiciones de vuelos normales y con efectos ambientales, fabricación y materiales o el estudio de las cargas cíclicas.
 - c) Sistemas y equipos. Aquí se deben detallar la ausencia de detalle o características peligrosas entre otros.
 - d) Mantenimiento. La parte que nos concierne. Se debe tener en cuenta el mantenimiento de la aeronavegabilidad, manuales o instrucciones de mantenimiento, elementos con vida límite, intervalos de inspección y procedimientos de inspección.
- Aspectos de la aeronavegabilidad de la utilización de productos:
 - a) Seguridad. Se requiere el establecimiento de los tipos de operación y sus limitaciones, análisis del caso del fallo de uno o varios sistemas de propulsión o la fuerza y la carga de trabajo del piloto para ejercer el control de la aeronave.
 - b) Información a la tripulación de las limitaciones de funcionamiento.
 - c) Condiciones medioambientales externas e internas: previsión de factores externos adversos, condiciones adecuadas de la cabina de pasajeros o condiciones adecuadas de la cabina de tripulación.

- Organizaciones:
 - a) Aprobaciones a organizaciones. Se deben comprobar la existencia de medios adecuados, sistema de gestión o relación con subcontratistas.

Para garantizar la uniformidad de la aplicación de estos requisitos, la Agencia desarrolla especificaciones de certificación, así como material de orientación.

Para ello, se dispone de: Disposiciones de aplicación sobre la certificación (Reglamento (UE) n.º 1702/2003 del Consejo).

Este documento, también dividido en artículos, expone, entre otros, la Parte 21 de Certificación de aeronaves, productos y componentes. Además, dispone también de los formularios necesarios para poder pedir un Certificado de Aeronavegabilidad.

La primera parte, que consta del Artículo 1, titulado “Ámbito de aplicación y definiciones”, expone entre otras cosas, “*la expedición de certificados tipo. Certificados tipo restringidos, certificados de aeronavegabilidad, certificados de aeronavegabilidad restringidos, la expedición de aprobaciones del diseño de reparaciones, la demostración de que cumplen los requisitos de protección medioambiental, la expedición de certificados de niveles de ruido, la identificación de productos, componentes y equipos, la certificación de determinados componentes y equipos y la expedición de directivas de aeronavegabilidad.*” [14]

Mientras que “*el Artículo 2 está dedicado a resolver el periodo transitorio en el caso de productos para los que se den algunas de las siguientes circunstancias*”, [14] entre otras:

- “*Proceso de certificación en curso a través de la JAA o un Estado miembro al 28/09/2003.*”
- “*En posesión de un certificado de tipo nacional o equivalente y para los que el proceso de aprobación de una de una modificación realizada por un Estado miembro no haya finalizado en el momento en que se termine el certificado tipo de conformidad con el presente Reglamento.*”
- “*Certificado de tipo nacional o equivalente y cuyo proceso de aprobación del diseño de una reparación mayor no haya finalizado*”. [14].

El Artículo 3, denominado “Organizaciones de Diseño” se encarga del diseño de los productos, componentes y equipos. Estos tendrán que mostrar su capacidad de conformidad con las disposiciones de la Parte 21.

El Artículo 4, es análogo al anterior pero centrado en las organizaciones de producción.

El Artículo 5 “Entrada en vigor”. Este artículo exponía la fecha de entrada en vigor del reglamento, existiendo algunas excepciones.

Por último, en este reglamento aparece el Anexo, dónde se ubica la Parte 21, explicando las certificaciones de las aeronaves y productos entre otros. De manera resumida, contiene:

- a) “*Requisitos sobre procedimientos para la emisión de certificados de tipo y cambios a estos certificados, la emisión de certificados de aeronavegabilidad para la exportación.*”
- b) “*Requisitos sobre procedimientos para la aprobación de determinados equipos y componentes.*”
- c) “*Requisitos sobre procedimientos para las aprobaciones de organizaciones relacionadas con los aspectos anteriores.*”
- d) “*Normas relativas a los titulares de cualquier certificado o aprobación especificados en los puntos anteriores.*” [14]

Y llegamos al punto del certificado de aeronavegabilidad que nos interesa por excelencia: Disposiciones de aplicación sobre mantenimiento, Reglamento (UE) n.º 1321/2014 de la Comisión.

Este reglamento nace de la necesidad de implementar normas para garantizar el correcto mantenimiento de la aeronavegabilidad de los productos aeronáuticos, los componentes y los equipos sometidos al Reglamento Base.

Para demostrar su capacidad y los medios que tienen para desempeñar las tareas, las organizaciones y el personal deberán cumplir ciertas normas técnicas de gran importancia.

La Agencia ha creado y regulado las normal a fin de que haya una estandarización en todos los países miembros. Este reglamento tiene en cuenta tanto las aeronaves matriculadas en un estado miembro como las matriculadas en un país tercero y utilizadas por un operador cuyo funcionamiento esté supervisado por la EASA.

El reglamento contiene siete Artículos y hasta cuatro anexos.

“El artículo 1 contiene el objetivo del Reglamento y su ámbito de aplicación y en el segundo artículo aparecen las definiciones de una serie de términos que conviene aclarar para precisas su significado en el marco del Reglamento Base. El Artículo 3, titulado “Requisitos para el mantenimiento de la aeronavegabilidad” es el lugar donde se establece que el mantenimiento de la aeronavegabilidad de las aeronaves y elementos se garantizará con lo dispuesto en el Anexo I. Lo mismo ocurre con las organizaciones y el personal que participe en el mantenimiento, salvo que estos también estarán a lo dispuesto en los artículos 4 y 5. El Artículo 4 “Aprobación de Organizaciones de Mantenimiento”, se establece que las organizaciones que participen en el transporte aéreo comercial, así como los elementos que vayan a ser instalados en ellas, serán aprobados de conformidad con las disposiciones del Anexo II (Parte 145). El artículo 5 está dedicado al Personal certificador. Las organizaciones de formación son contempladas en el artículo 6, donde se regula que las organizaciones que participen en la formación del personal que se hace referencia en el artículo 5 serán aprobadas lo dispuesto en el Anexo IV”.

Los cuatro anexos que contiene el reglamento son la Parte M, la Parte 145, la Parte 66 y la Parte 147.

Todos estos anexos serán objeto de estudio en el presente proyecto, a fin de poder entender el mantenimiento necesario para las aeronaves.

Anexo I. Parte M: Tiene dos secciones, una con los requisitos técnicos y la otra con los procedimientos administrativos.

Anexo II. Parte 145: De nuevo, tiene dos secciones. La primera de ella se encarga de temas como la solicitud, requisitos de las instalaciones o requisitos del personal. Además, incluye la Certificación del mantenimiento, que otorga el certificado necesario para el mantenimiento de las aeronaves. La otra sección incluye el alcance o la autoridad competente, por ejemplo.

Este Anexo II también dispone de apéndices, cuatro en total, que tratan del correcto uso del formulario EASA, el sistema de clases, el certificado de aprobación y las condiciones para el empleo del personal.

Anexo III. Parte 66: La sección A contiene los requisitos para otorgar una licencia de mantenimiento de aeronaves.

Anexo IV. Parte 147: *“Incluye los requisitos que deben cumplir las organizaciones que soliciten autorización para llevar a cabo cursos de formación y exámenes específicos de la Parte 66.”* [14]

Dicho esto, y expuesto el reglamento básico de aeronavegabilidad de forma resumida, procedemos a explicar los requisitos necesarios para obtener el Certificado de Aeronavegabilidad.

Hay varias clasificaciones de certificados de aeronavegabilidad:

- a) *“Certificados de aeronavegabilidad: Se conceden a aeronaves que muestren conformidad con un certificado tipo que se haya emitido según la Parte 21.*
- b) *Certificados restringidos de aeronavegabilidad: se conceden a aeronaves:*
 - *Que muestren conformidad con un certificado restringido de tipo que se haya emitido según la Parte 21.*
 - *Que hayan demostrado a la Agencia su conformidad con las especificaciones de certificación necesarias para garantizar la seguridad.*
- c) *Autorizaciones de vuelo: se conceden a aeronaves que no tienen conformidad o que no hayan demostrado tener conformidad con las especificaciones de certificación aplicables, pero que sean capaces de volar de forma segura en unas condiciones determinadas.”* [14]

Para obtener una solicitud, se deberá recurrir al estado miembro en el que se va a matricular la aeronave.

The image shows a screenshot of the EASA application form for aircraft certification. The form is titled 'SOLICITUD DE EMISIÓN DE CERTIFICADO DE AERONAVEGABILIDAD/NIVELES DE RUIDO (EASA)'. It includes sections for applicant information (Nombre, Apellidos, DNI, etc.), aircraft details (AERONAVE, MOTORES, HELICES), and required documentation. The documentation section is divided into two parts: (I) Aeronave nueva and (II) Aeronave usada con origen en un Estado Miembro. Each part has a table with columns for 'Presenta ahora', 'Presentará después', and 'Solo AEBA'. The form also includes a section for 'EXPONE' where the applicant describes the aircraft and its status, and a section for 'DIRIGIDO A LA ATENCIÓN DEL DIRECTOR DE LA OFICINA DE SEGURIDAD EN VUELO'.

Ilustración 8.- Solicitud requerida por la AESA española. [15]

Certificado de aeronavegabilidad: Cómo podemos comprobar en la solicitud mostrada anteriormente mostrada, hay una serie de sollicitaciones a cumplir por los usuarios.

1. Tipo de certificado que se solicita.
2. Aeronaves nuevas:
 - Declaración de conformidad.
 - Informe de peso y centrado.
 - Manual de Vuelo.
3. Aeronaves usadas: Si estas pertenecen a algunos de los países contemplados de la EASA, simplemente habrá un certificado de revisión de acuerdo a la Parte M. Si no es de un estado de la EASA serán necesarios una declaración de conformidad emitida por el Estado que sea, un informe de peso y centrado, el Manual de Vuelo, un historial con los estándares de producción y una recomendación de emisión de un certificado de aeronavegabilidad.

Además, la aeronave debe presentar conformidad con un Certificado Tipo aprobado y siempre ha de ser estudiado teniendo en cuenta la Parte M anteriormente mencionada.

Certificado de Aeronavegabilidad restringidos: En este caso, las aeronaves necesitarán un certificado restringido de tipo. Se podrá emitir un certificado restringido de tipo siempre y cuando no se cumpla alguno de estos requisitos:

1. El producto cumple con los requerimientos y requisitos de protección ambiental y de certificación tipo.
2. No se cumpla cualquier disposición de aeronavegabilidad por falta de seguridad.
3. El avión es inseguro para lo que se solicita.
4. El solicitante ha declarado que está preparado para cumplir con sus obligaciones.

Por tanto, si se cumplen los criterios de certificación tipo garantizando la seguridad y se declara expresamente que el solicitante está preparado para cumplir con las obligaciones de la aeronave, se podrá pedir un certificado restringido de tipo.

Los motores y las hélices deben estar conformes al Reglamento (UE) n.º 1702/2003.

Las características y requisitos que debe tener son las mismas que en el certificado anteriormente descrito. Si una aeronave no consigue este certificado, la Agencia podrá expedir unas limitaciones para el uso de esta, permitiendo así que la aeronave pueda ser usada bajo condiciones específicas.

Autorizaciones de vuelo: Esta creado para aeronaves que no tengan conformidad o no hayan demostrado tener conformidad con las especificaciones de certificación aplicables, pero que sean capaces de volar.

“La agencia podrá realizar o requerir que el solicitante realice las inspecciones o ensayos necesarios para garantizar la seguridad” [14].

“La solicitud deberá incluir:

- 1. El propósito del vuelo o vuelos.*
- 2. Los itinerarios o el espacio aéreo, o ambos, utilizados para el vuelo.*
- 3. La tripulación de vuelo mínima requerida para operar la aeronave, y su cualificación.*
- 4. Restricciones para el transporte de personas que no formen parte de la tripulación.*
- 5. Formas en que la aeronave no cumple las especificaciones de certificación aplicables.*
- 6. Cualquier restricción que se considere necesaria para la operación segura de la aeronave.*
- 7. Cualquier otra información que se considere necesaria a fin de prescribir limitaciones operativas.” [14]*

2.1.2.- FAA.

En la normativa de la FAA el Certificado Estándar de Aeronavegabilidad es una autorización oficial que permita la operación de certificación de aeronaves según las siguientes categorías:

- Normal.
- Utilidad.
- Acrobáticos.
- Transportes.
- Regionales.
- Manejado mediante globos.
- Clases especiales.

Para poder tener este certificado, es necesario tener un certificado de diseño tipo y que tenga segura operación y mantenimiento, de acuerdo a CFR partes 21, 43 y 91.

El proceso de certificación viene dado por:

- Una revisión de los diseños y métodos que usarán.
- Pruebas de tierra y de vuelo para demostrar que la aeronave opera correctamente.
- Evaluación del mantenimiento requerido.
- Colaboración con otras autoridades de aviación civil.

[16]

2.1.3.- Comparación entre certificados EASA y FAA.

EASA	FAA
Todos los países adheridos deben cumplir estas normas.	Tienen carácter de recomendación.
Regulación válida para los países miembros, incluso no pertenecientes a la Unión Europea.	Válida para países dispares, como Turquía, pero la sede en EE. UU.
Basada en documentos y manuales de vuelo dependiendo de cada modelo de avión. Cooperación entre agencias.	Basada en documentos y manuales de vuelo dependiendo de cada modelo de avión. Cooperación entre agencias.

Tabla 1.- Comparativa básica entre ambas normativas.

Mantenimiento de la aeronavegabilidad.

“Se podría definir como la tecnología relacionada con las acciones que hay que llevar a cabo para conservar (o mejorar) la aeronavegabilidad y la fiabilidad inherente al diseño de una aeronave y sus sistemas, subsistemas y componentes a lo largo de todo su ciclo de vida.” [14]

Para el mantenimiento de la aeronavegabilidad según la EASA disponemos del Reglamento (CE) n. °1321/2014 sobre el mantenimiento de la aeronavegabilidad de las aeronaves. Sirve para aeronaves matriculadas en un Estado miembro o por un país ajeno pero que las aeronaves estén controladas por la Agencia o un país miembro.

Para ejercer este mantenimiento de la aeronavegabilidad es necesario siempre estar de acuerdo con la Parte M. No obstante, se procederá según la legislación de cada estado.

Para aeronaves de gran tamaño y las organizaciones que participen en su mantenimiento serán aprobadas en conformidad con la Parte 145.

2.2.- Parte M:

La Parte M se divide en secciones, en concreto dos.

La sección A con los Requerimientos Técnicos que a su vez está dividida en nueve partes, la subparte A, que es la parte General, la subparte B que es la parte de las Responsabilidades, la subparte C Mantenimiento de la aeronavegabilidad, subparte D Normas de mantenimiento, subparte E Elementos, subparte F Organización de mantenimiento, subparte G Organización de gestión del mantenimiento de la aeronavegabilidad, subparte H Certificado de aptitud para el servicio y subparte I Certificado de revisión de la aeronavegabilidad.

La sección B es la de los Procedimientos para las autoridades competentes. Está dividida en nueve subpartes también. La subparte A Generalidades, subparte B Rendición de cuentas, subparte C Mantenimiento de la aeronavegabilidad, la subparte D Normas de mantenimiento, la subparte E Elementos, la subparte F Organización de mantenimiento, la subparte G Organización de mantenimiento de la aeronavegabilidad, la subparte H Certificado de aptitud para el servicio y subparte I Certificado de revisión de la aeronavegabilidad.

Además, está compuesto de ocho apéndices.

Sección A: Requisitos técnicos.

Subparte A: Generalidades.

En esta sección encontramos las medidas que deben tomarse para garantizar el mantenimiento de la aeronavegabilidad, incluido el mantenimiento general. Se especifican las condiciones que deben cumplir las personas u organizaciones que participen en la gestión del mantenimiento.

*Subparte B: Responsabilidades.***AMC M.A.201 Responsabilidades:**

1. Las referencias a la aeronave incluyen los componentes ajustados, o intencionados a estar ajustados, a la aeronave.
2. La actuación del anti-hielo en tierra no requiere aprobación de la Parte 145.
3. Los requerimientos significan que el operador es responsable para la determinación del mantenimiento que sea requerido, cuándo ha de ser hecho y por quien. Esto se hace para asegurar la aeronavegabilidad del avión al ser operado.
4. El operador debe, por tanto, tener un adecuado conocimiento del estatus de diseño, del requerimiento y de la actuación necesaria.
5. El operador deberá establecer una adecuada coordinación entre las operaciones de vuelo y el mantenimiento para asegurar que estas dos reciban toda la información de las condiciones de la aeronave necesarias para permitir que se realicen sus tareas.
6. Los requerimientos no significan que el operador por sí mismo realice el mantenimiento, sino que el operador tiene la responsabilidad de conocer las condiciones de aeronavegabilidad de la aeronave para operar y, por tanto, deben ser satisfechas antes del vuelo intencionado que requiera un mantenimiento anterior.
7. Cuando un operador no está apropiadamente de acuerdo a la Parte 145, el operador debe proveer un trabajo claro por la empresa contratista. El hecho de que un operador sea contratado por una empresa de mantenimiento aprobada por la Parte 145 no debe evitar que no se vean en las instalaciones de mantenimiento cualquier trabajo de operarios. Ya que los operarios son responsables de todas las tareas realizadas, así como las organizaciones contratistas.

AMC M.A.201

1. El operador solo tiene que ser aprobado por la organización de continuidad de la aeronavegabilidad del avión listado en el OAC.
2. Esta aprobación no previene al operador subcontratado de algunas tareas de gestión de la aeronavegabilidad competente a personas u organizaciones. Esta actividad es considerada un elemento integral del operador.
3. El cumplimiento de las actividades del mantenimiento de la aeronavegabilidad forma una parte muy importante. Son responsabilidad del operador, que debe ser el encargado de que se cumpla todo satisfactoriamente.
4. La Parte M no deja a las organizaciones estar independientemente aprobadas para realizar las tareas del mantenimiento de la continuidad de la aeronavegabilidad por parte de empresas de aviación comercial. Para realizar estas actividades se debe disponer de un certificado de operación (“OAC”).
5. El propietario es el último responsable sobre la aeronavegabilidad del avión. Para ejercitar esta responsabilidad el propietario debe estar satisfecho sobre las acciones que se realizan por organizaciones subcontratantes, las cuales cumplen con los requerimientos necesarios. Por lo tanto, la gestión del propietario de estas actividades debe llevarse a cabo de esta forma:
 - a) El control directo involucrado.
 - b) Las recomendaciones dadas por las organizaciones subcontratadas.
6. Para tener la última responsabilidad, el operador deberá limitar las actividades de los subcontratados especificadas aquí:
 - a) Dirección y plan de la aeronavegabilidad.
 - b) Análisis de los servicios.

- c) Plan del mantenimiento.
 - d) Control de la confianza y del estado del motor.
 - e) Desarrollo y corrección de un programa de mantenimiento.
 - f) Cualquier otra actividad la cual no esté limitada por la responsabilidad del propietario y que esté de acuerdo con la autoridad competente.
7. El control de la gestión de control del propietario asociada a las tareas de gestión de mantenimiento de la continuidad de la aeronavegabilidad debe estar reflejada en un contrato escrito y estar de acuerdo con la política del propietario y los procedimientos definidos de mantenimiento de la aeronavegabilidad. Cuando esas actividades son subcontratas, el sistema de mantenimiento de la aeronavegabilidad es considerado extendido a las subcontratas.
 8. Con la excepción de los motores y los generadores de energía que normalmente están limitados a una organización por avión para cualquier combinación de actividades especificadas en el apartado 2.
 9. Los contratistas no pueden autorizar a las subcontratas a subcontratar otros elementos de otras organizaciones para realizar las actividades de mantenimiento de la aeronavegabilidad.
 10. El propietario debe asegurar que cualquier hallazgo derivado de la autoridad competente, será cerrado para complacer a la autoridad competente. Esto debe estar incluido en el contrato.
 11. La organización subcontratada debe estar de acuerdo en notificar a sus respectivos propietarios de cualquier cambio que pueda afectar tan pronto como puedan. El propietario debe informar a la autoridad competente. Errores en esto puede invalidar el contrato de aceptación.
 12. El apéndice II da información de las actividades de las subcontratas para el mantenimiento de la aeronavegabilidad.
 13. El propietario solo debe subcontratar una organización que esté especificada por la autoridad competente en la EASA.

AMC M.A.201

1. El requisito tiene intención de dar la posibilidad de una de estas tres alternativas:
 - a) Un propietario siendo aprobado de acuerdo a la Parte 145 para llevar a cabo todo el mantenimiento de la aeronave y sus componentes.
 - b) Un propietario siendo aprobado de acuerdo a la Parte 145 para llevar a cabo algo del mantenimiento y sus componentes.
 - c) Un propietario no aprobado por la Parte 145 para no llevar a cabo nada de mantenimiento.
2. El propietario o futuro propietario debe aplicar para una de estas opciones, pero será competencia de las autoridades determinar cuál de las opciones será aceptada en cada caso particular.
 - 2.1.- Para hacer esta decisión las autoridades competentes aplicarán un primer criterio de la experiencia relevante del propietario en cuanto a mantenimiento en aviones parecidos. Por tanto, cuando el propietario aplica por la opción de todo el mantenimiento, las autoridades competentes deberán ver si el propietario satisface dicha experiencia en mantenimiento.
 - 2.2.- Cuando el propietario aplica por la opción de algo de mantenimiento o la autoridad competente no acepta la primera opción, entonces la experiencia satisfactoria es de nuevo la llave, pero en este caso la experiencia es relativa al reducido mantenimiento de esta opción.
 - 2.3.- Las autoridades competentes requerirán un operador para entrar en contacto con una organización de la Parte 145 apropiadamente aprobada, excepto en los casos donde las autoridades competentes crean que es posible obtener suficiente experiencia para proveer el mínimo mantenimiento de la opción b.
 - 2.4.- Respecto a los párrafos, “experiencia” significa que el personal que pruebe evidencia de que estuvieron directamente implicados en al menos una línea de mantenimiento similar a las aeronaves que va a tratar con no menos de 12 meses de diferencia. Esta experiencia debe ser demostrada para que esté satisfecho.

AMC M.A.202 Informe de anomalías:

Las personas responsables u organizaciones deben asegurar que el Certificado Tipo recibe adecuados reportes de incidencias para ese tipo de aeronave, para permitir que se den buenas recomendaciones e instrucciones de servicio para todos los propietarios.

El intermediario con el poseedor del Certificado Tipo está recomendado a establecer cualquier publicación o proposición de servicio que resuelva el problema o para obtener una solución particular del problema.

Un aprobado mantenimiento de la aeronavegabilidad u organización de mantenimiento debe asignar responsabilidades de acciones coordinadas en aeronavegabilidad sobre las incidencias e iniciar cualquier investigación posterior y seguir las actividades para una persona cualificada con claro estatus y autoridad.

Con respecto al mantenimiento, reportar una condición que puede ser seriamente perjudicial para el avión está normalmente limitado a:

- Grietas serias, deformaciones permanentes, quemado o corrosión seria de la estructura encontrado durante un mantenimiento programado del avión de un componente.
- Fallo de emergencia durante una prueba programado.

AMC M.A.202

Los reportes deben ser transmitidos por cualquier método.

Cada reporte debe contener al menos la siguiente información:

- Escritor del reporte u organización y la referencia aprobada.
- Información necesaria para identificar el sujeto del avión y/o componente.
- Día y hora relativa a cualquier momento de vida o una limitación en términos de vuelo/horas/ciclos...
- Detalles de lo ocurrido. [10]

Subparte C: Mantenimiento de la aeronavegabilidad.

M.A.301 Tareas de mantenimiento de la aeronavegabilidad:

Para asegurar el mantenimiento de la aeronavegabilidad de la aeronave y su buen funcionamiento se debe cumplir:

1. Realización de inspecciones prevuelo.
2. Rectificación de cualquier defecto o daño que afecte a la operación segura teniendo en cuenta la lista de equipamiento mínimo y la lista de desviación de la configuración.
3. Realización de todas las tareas de mantenimiento de acuerdo con el programa de mantenimiento de aeronaves que especifica M.A.302.
4. Análisis de la efectividad del programa de mantenimiento conforme a M.A.302.
5. Cumplimiento de cualquiera de los siguientes instrumentos:
 - a) Directiva de aeronavegabilidad.
 - b) Directiva operativa con repercusiones para el mantenimiento de la aeronavegabilidad.
 - c) Requisito de mantenimiento de la aeronavegabilidad por la Agencia.
 - d) Medidas exigidas por la autoridad.
6. La realización de modificaciones y reparaciones conforme a M.A.304.
7. Establecimiento de una política de incorporación.
8. Vuelos de verificación de mantenimiento.

M.A.302 Programa de mantenimiento de la aeronave:

- a) Mantenimiento de la aeronave organizado conforme a un programa de mantenimiento. Aprobados por la autoridad competente.
- b) El programa de mantenimiento de la aeronave se establecerá en consonancia con:
 - i. Las instrucciones emitidas por la autoridad competente.
 - ii. Las instrucciones para el mantenimiento de la aeronavegabilidad.
 - iii. Las instrucciones adicionales o alternativas propuestas por el propietario o por la organización de gestión del mantenimiento de la aeronavegabilidad.
- c) El programa de mantenimiento de la aeronave especificará los pormenores de todas las tareas de mantenimiento que deban realizarse, incluida su frecuencia y cualquier tarea específica relacionada con el tipo y la especificidad de las operaciones.
- d) En el caso de aeronaves grandes, el programa de mantenimiento incluirá un programa de fiabilidad.
- e) El programa de mantenimiento de la aeronave será objeto de revisiones periódicas.

M.A.304 Datos para modificaciones y reparaciones:

Los daños evaluados y las modificaciones y reparaciones que se han hecho han de utilizar:

- a) Datos aprobados por la Agencia.
- b) Datos aprobados por una organización de diseño.
- c) Datos incluidos en las especificaciones de certificación dentro de la Parte 21.

M.A.305 Sistema de registro del mantenimiento de la aeronavegabilidad:

- a) Cada vez que se realiza una tarea de mantenimiento ha de incorporarse al registro de mantenimiento de la aeronavegabilidad de la aeronave.
- b) Los registros constarán de:
 - i. Un libro de vuelo de la aeronave, libros del motor o tarjetas de registro, libros de vuelo y tarjetas de registro de la hélice.
 - ii. El registro técnico del operador para el transporte aéreo comercial.
- c) Los registros de mantenimiento contendrán lo siguiente:
 - 1. Estado de las directivas de aeronavegabilidad y medidas adoptadas por la autoridad competente como reacción inmediata a un problema de seguridad.
 - 2. Estado de las reparaciones y modificaciones.
 - 3. Estado de cumplimiento del programa de mantenimiento.
 - 4. Estado de los componentes con vida útil limitada.
 - 5. Informes de masa y centrado.
 - 6. Lista de mantenimiento aplazado.
- d) La persona responsable de la gestión de las tareas de mantenimiento deberá controlar los registros detallados y presentar estos a la autoridad competente cuando esta lo exija.
- e) El propietario u operador deberá garantizar que se ha establecido un sistema para conservar los siguientes registros:
 - 1. Tiempo total de servicio de la aeronave de todos los elementos con vida útil limitada, al menos

- 12 meses.
2. El tiempo en servicio, según corresponda, desde el último mantenimiento de vida útil.
3. Detalles de las modificaciones y reparaciones actuales de la aeronave y cualquier otro elemento vital para la seguridad del vuelo.

Subparte D: Normas de mantenimiento.

M.A.401 Datos de mantenimiento:

- a) La persona u organización que realice el mantenimiento de una aeronave deberá tener acceso y utilizar únicamente los datos de mantenimiento actuales que sean aplicables para la realización de actividades de mantenimiento, incluidas las modificaciones y reparaciones.
- b) Los datos de mantenimiento aplicables son:
 1. Cualquier requisito, procedimiento, norma o información aplicables establecidos o emitidos por la autoridad competente o por la Agencia.
 2. Cualquier directiva de aeronavegabilidad aplicable.
 3. Instrucciones de mantenimiento de la aeronavegabilidad.
- c) La persona u organización que realice el mantenimiento garantizará que todos los datos estén actualizados y a disposición del personal en el momento que sean necesarios.

M.A.402 Realización del mantenimiento:

- a) Todas las tareas de mantenimiento deberá realizarlas personal cualificado, siguiendo los métodos, técnicas, normas e instrucciones en los datos de mantenimiento mencionados en M.A.401.
- b) Todas las tareas deberán realizarse usando herramientas, equipos y materiales especificados.
- c) La zona debe estar limpia y descontaminada.
- d) Si la tarea es larga o hay incidencias meteorológicas, se utilizarán instalaciones apropiadas.

M.A.403 Defectos de la aeronave:

- a) Cualquier defecto que ponga en peligro la seguridad del vuelo.
- b) Cualquier defecto que no ponga seriamente en peligro el vuelo deberá rectificarse cuanto antes, a partir de la fecha que se detectó y en el plazo que pueda haberse especificado en los datos de mantenimiento.

Subparte E: Elementos.

M.A.502 Mantenimiento de elementos:

- a) Por norma general, el mantenimiento de elementos deberán realizarlo organizaciones de mantenimiento debidamente aprobadas.
- b) No obstante, hay determinados casos en los que pueden ejercer el mantenimiento de elementos organizaciones de categoría A. Además, el mantenimiento de un elemento de motor o APU podrá ser realizado por una organización de categoría B. Además, el personal certificador podrá llevar a cabo la revisión de elementos distintos de motor o hélice.

M.A.504 Control de elementos fuera de servicio:

- a) Los elementos fuera de servicio se identificarán y se almacenarán en un lugar seguro, controlados por la organización de mantenimiento aprobada, hasta que se tome una decisión sobre su futuro. Entre otros,

estos elementos fuera de servicio pueden ser:

1. Fin de la vida útil.
 2. Evidencias de defectos o fallos de funcionamiento.
 3. Implicación en un accidente o incidente que pueda afectar a su puesta en servicio.
- b) Los elementos que tengan un defecto irreparable se clasificarán como irrecuperables, y no podrán volver al sistema de suministro de elementos, a menos que haya aprobado una solución de reparación conforme al punto M.A.304.
- c) Una persona u organización responsable podrá transferir la responsabilidad de los elementos calificados irrecuperables a una organización de formación o investigación sin mutilación.

Subparte F: Maintenance Organisation.

M.A.601 Ámbito de aplicación:

En esta subparte se establecen los requisitos que deben cumplir las organizaciones a fin de poder expedir y prorrogar aprobaciones para el mantenimiento de aeronaves y elementos no enumerados en el punto M.A.201 g).

M.A.604 Manual de la organización de mantenimiento:

- a) La organización de mantenimiento facilitará un manual que contenga al menos la siguiente información:
1. Una declaración firmada por el gerente responsable confirmando que la organización trabajará en todo momento conforme al anexo I, parte M y al manual.
 2. Ámbito de trabajo de la organización.
 3. Título y nombre de la persona indicadas en el M.A.606.
 4. Organograma de la organización.
 5. Lista del personal certificador.
 6. Lista de lugares donde se realiza el mantenimiento.
- b) El manual de la organización de mantenimiento y sus enmiendas deberá ser aprobado por la autoridad competente.

M.A.605 Instalaciones:

La organización garantizará que se proporcionan las instalaciones para todos los trabajos previsto, talleres y naves especializadas adecuadamente separados. Además, se dispondrá de un espacio de oficinas apropiado para la gestión de todo el trabajo previsto, incluyendo la cumplimentación de registros de mantenimiento. Por último, deberá haber instalaciones de almacenamiento adecuadas.

M.A.606 Requisitos de personal:

- a) La organización deberá nombrar a un gerente responsable para asegurar que todo el mantenimiento solicitado por el cliente se puede financiar y llevar a cabo según las normas exigidas.
- b) La organización deberá disponer del personal adecuado para desarrollar el trabajo contratado. Se permite el uso de personal precontratado.
- c) El personal de mantenimiento deberá estar cualificado y deberá demostrarlo.

M.A.608 Elementos, equipos y herramientas:

La organización deberá disponer de los equipos y las herramientas especificadas en los datos de mantenimiento

descritos en el M.A.609 o datos equivalentes verificados.

Las herramientas y los equipos se deberán controlar y calibrar siguiendo una norma reconocida oficialmente.

La organización inspeccionará, clasificará y separará debidamente todos los elementos recibidos.

Subparte G: Organización de gestión del mantenimiento de la aeronavegabilidad:

M.A.704 Memoria de gestión del mantenimiento de la aeronavegabilidad:

- a) La organización de gestión del mantenimiento de la aeronavegabilidad deberá facilitar la memoria de gestión del mantenimiento de la aeronavegabilidad que contenga la siguiente información:
 1. Declaración firmada por el gerente responsable.
 2. Ámbito de trabajo de la organización.
 3. Un organigrama que refleje las relaciones de responsabilidad.
 4. Una lista del personal de aeronavegabilidad.
 5. Una descripción general de las instalaciones e indicación de su localización.
 6. Se debe especificar el método por el cual la organización de gestión de mantenimiento de la aeronavegabilidad garantiza el cumplimiento de esta Parte.
 7. Lista sobre los programas de mantenimiento de aeronaves aprobados o la lista de los programas genéricos o de referencia.
- b) La memoria de la organización de gestión del mantenimiento de la aeronavegabilidad.

M.A.705 Instalaciones:

La organización de gestión del mantenimiento de la aeronavegabilidad deberá disponer de oficinas aceptables, en lugares adecuados, para el personal.

M.A.706 Requisitos en cuanto a personal:

- a) La organización deberá nombrar a un gerente responsable, que cuente con autoridad en la organización para asegurar que todas las actividades de mantenimiento de la aeronavegabilidad se pueden financiar y llevar a cabo.
- b) Se designará a una o varias personas para asegurar que se cumplen los requisitos de esta subparte.
- c) La organización deberá disponer de suficiente personal debidamente cualificado para el trabajo previsto.
- d) Para las aeronaves de gran tamaño o destinada al transporte aéreo comercial, la organización deberá establecer y controlar la competencia del personal que participe en la gestión del mantenimiento de la aeronavegabilidad.

M.A.708 Gestión del mantenimiento de la aeronavegabilidad:

- a) Todos los trabajos de gestión del mantenimiento de aeronavegabilidad deberán efectuarse conforme a los requisitos de la Subparte C.
- b) La organización deberá:
 1. Crear y supervisar un programa de mantenimiento para la aeronave.
 2. Presentar el programa de mantenimiento de la aeronave y sus enmiendas a la autoridad competente para su aprobación.

3. Gestionar la aprobación de las modificaciones y reparaciones.
 4. Garantizar que todo el mantenimiento se lleva a cabo con el programa de mantenimiento adecuado.
 5. Garantizar que todos los defectos descubiertos durante el mantenimiento programado o que se hayan notificado sean corregidos por una organización de mantenimiento debidamente aprobada.
 6. Coordinar el mantenimiento programado, la aplicación de directivas de aeronavegabilidad, la sustitución de componentes con vida útil limitada y la inspección de elementos para garantizar que el trabajo se realice correctamente.
 7. Administrar y archivar los registros de mantenimiento de la aeronavegabilidad.
- c) En el caso de transporte aéreo comercial, cuando el operador no esté debidamente aprobado según la Parte 145, este deberá establecer un contrato escrito de mantenimiento entre el operador y una organización aprobada de acuerdo con lo dispuesto en la Parte 145.
 - d) Una aeronave que requiera un mantenimiento de línea no previsto, el contrato podrá llevarse a cabo en forma de órdenes de trabajo independientes dirigidas a la organización de mantenimiento conforme a la Parte 145.
 - e) El mantenimiento de elementos podrá llevarse a cabo bajo órdenes de trabajo independientes dirigidas a la organización de mantenimiento conforme a la Parte 145.

M.A.710 Revisión de la aeronavegabilidad:

Para cumplir con la Ley, la organización de gestión del mantenimiento de la aeronavegabilidad deberá realizar una revisión de los registros de la aeronave y comprobar que:

1. Las horas de vuelo de la célula, el motor y la hélice y sus correspondientes ciclos de vuelo son registradas correctamente.
2. El manual de vuelo es aplicable a la configuración de la aeronave y refleja el último estado de revisión.
3. Se han realizado correctamente las tareas de mantenimiento de la aeronave conforme al programa aprobado.
4. Se han corregido todos los defectos conocidos o se ha diferido de forma controlada.
5. Se han registrado todas las modificaciones y reparaciones de la aeronave.
6. Todos los elementos con vida útil están correctamente registrados.
7. Todo el mantenimiento se ha realizado mediante la Parte M.
8. La aeronave cumple la última revisión de su diseño aprobado por la agencia.

El personal de revisión de la aeronavegabilidad efectuará una inspección física de la aeronave, si hay algunos miembros del personal que no estén cualificados, deberán ser asistidos por personal que posea dicha cualificación.

Mediante la inspección física, se deberá asegurar que:

1. Todas las marcas y rótulos requeridos son correctamente instalados.
2. La aeronave cumple el manual de vuelo aprobado.
3. La configuración de la aeronave cumple la documentación aprobada.
4. No se encuentran defectos evidentes que no se hayan tratado de conformidad con M.A.403.
5. No se encuentran discrepancias entre la aeronave y la revisión documentada de registros.

La revisión puede incluso adelantarse hasta 90 días sin pérdida de continuidad del patrón de revisiones de aeronavegabilidad.

Siempre que se emita un certificado de revisión de la aeronavegabilidad a una aeronave, deberá remitirse una copia del mismo al Estado miembro en el plazo de 10 días.

Las tareas de revisión de la aeronavegabilidad no pueden subcontratarse.

Sección B: Procedimientos para las autoridades competentes.*Subparte A: Generalidades:***M.B.101 Ámbito de aplicación:**

En esta Sección se establecen los procedimientos administrativos que deberán seguir las autoridades competentes encargadas de la aplicación y cumplimiento de la Sección A de esta Parte.

M.B. 102 Autoridad competente:

- a) Generalidades: Cada Estado miembro deberá designar una autoridad competente con responsabilidades asignadas en relación con la expedición, prórroga, modificación, suspensión o revocación de certificados y para la vigilancia del mantenimiento de la aeronavegabilidad.
- b) Recursos: Plantilla suficiente.
- c) Cualificación y formación: Personal debidamente cualificado con conocimientos totales.
- d) Procedimientos: Deben cumplir con detalle los procedimientos del anexo.

*Subparte C: Mantenimiento de la aeronavegabilidad:***M.B.301 Programa de mantenimiento:**

- a) La autoridad competente deberá verificar que el programa de mantenimiento cumple lo dispuesto en el punto M.A.302.
- b) Excepto cuando se disponga otra cosa en el punto M.A.302 c), el programa de mantenimiento y sus enmiendas deberá ser aprobado directamente por la autoridad competente.
- c) En el caso de aprobación indirecta, el procedimiento del programa de mantenimiento deberá ser aprobado por la autoridad competente a través de la memoria de gestión del mantenimiento de la aeronavegabilidad.
- d) Para aprobar un programa de mantenimiento conforme a la letra b), la autoridad competente deberá tener acceso a todos los datos requeridos en los puntos M.A.302 d), e) y f).

M.B.303 Supervisión de la aeronavegabilidad de la aeronave:

- a) La autoridad competente deberá confeccionar un programa de inspección para supervisar el estado de aeronavegabilidad de la flota de aeronaves que haya en su registro.
- b) El programa de inspección deberá incluir ejemplos de inspecciones de aeronaves.
- c) El programa deberá confeccionarse teniendo en cuenta el número de aeronaves que haya en el registro, el nivel de conocimientos local y las actividades de vigilancia realizadas previamente.
- d) La inspección deberá centrarse en varios elementos de aeronavegabilidad de riesgo importante e identificar las eventuales incidencias. Además, la autoridad competente deberá analizar cada incidencia para determinar su causa originaria.
- e) Todas las incidencias deberán confirmarse por escrito a la persona u organización responsable en virtud del punto M.A.201.
- f) La autoridad competente deberá registrar todas las incidencias, acciones resolutorias y recomendaciones.
- g) Si durante las inspecciones de aeronaves se detectan pruebas de incumplimiento de los requisitos establecidos en el presente anexo (parte M), la autoridad competente adoptará medidas de acuerdo con lo dispuesto en el punto M.B. 903.
- h) Si la causa originaria de la incidencia se identifica como una disconformidad con cualquier subparte o parte, dicha disconformidad deberá tratarse tal como se describe en la parte correspondiente.

- i) A fin de facilitar la labor de velar por el cumplimiento correcto de las disposiciones, las autoridades competentes intercambiarán información sobre los incumplimientos detectados con arreglo a la letra h).

M.B.304 Revocación, suspensión y licitación:

La autoridad competente deberá:

- a) Suspender un certificado de revisión de la aeronavegabilidad por motivos razonables en caso de riesgo potencial para la seguridad.
- b) Suspender, revocar o limitar un certificado de revisión de aeronavegabilidad conforme a M.B.303 g).

Subparte I: Certificado de revisión de la aeronavegabilidad:

M.B.902 Revisión de la aeronavegabilidad por parte de la autoridad competente:

- a) Al efectuar la revisión de la aeronavegabilidad y expedir el certificado de revisión de la aeronavegabilidad, denominado formulario EASA 15a (apéndice III), la autoridad competente se ajustará a lo dispuesto en el punto M.A.710.
- b) La autoridad competente dispondrá del personal adecuado de revisión de la aeronavegabilidad para llevar a cabo las revisiones de aeronavegabilidad.
 - 1. Respecto de todas las aeronaves utilizadas en el transporte aéreo comercial y las aeronaves con una masa máxima de despegue superior a 2 730 kg, a excepción de los globos aerostáticos, dicho personal deberá haber adquirido:
 - a) Como mínimo cinco años de experiencia en mantenimiento de la aeronavegabilidad.
 - b) una licencia adecuada con arreglo a lo dispuesto en el anexo III (parte 66), una cualificación del personal de mantenimiento reconocida a escala nacional y adecuada para la categoría de la aeronave [en los casos en que el anexo III (parte 66) remita a las normativas nacionales], o un título aeronáutico o documento equivalente;
 - c) una formación oficial en mantenimiento aeronáutico.
 - d) un cargo con las debidas responsabilidades.
 - 2. Respecto de las aeronaves no utilizadas en el transporte aéreo comercial con una masa máxima de despegue igual o inferior a 2 730 kg, así como los globos aerostáticos, dicho personal deberá haber adquirido:
 - a) Como mínimo tres años de experiencia en mantenimiento de la aeronavegabilidad;
 - b) Una licencia adecuada con arreglo a lo dispuesto en el anexo III (parte 66), una cualificación del personal de mantenimiento reconocida a escala nacional y adecuada para la categoría de la aeronave [en los casos en que el anexo III (parte 66) remita a las normativas nacionales], o un título aeronáutico o documento equivalente.
 - c) Una formación adecuada en mantenimiento aeronáutico.
 - d) Un cargo con las debidas responsabilidades.
- c) La autoridad competente mantendrá un registro de todo el personal de revisión de la aeronavegabilidad, que incluirá los pormenores de toda cualificación adecuada, junto con un resumen de la experiencia y formación pertinentes en gestión del mantenimiento de la aeronavegabilidad.
- d) La autoridad competente tendrá acceso a los datos pertinentes especificados en los puntos M.A.305, M.A.306 y M.A.401 para efectuar la revisión de la aeronavegabilidad.
- e) El personal que efectúe la revisión de la aeronavegabilidad expedirá un Formulario 15a tras superarse satisfactoriamente dicha revisión. [17]



Ilustración 9.- Avión de la compañía Air Europa en mantenimiento. [18]

2.3.-Parte 145:

La Parte 145 está dentro del Anexo II del Reglamento (UE) nº 1321/2014 de la Comisión Europea, de 26 de noviembre de 2014. En él se recoge la regulación aplicable al mantenimiento de la aeronavegabilidad de las aeronaves y productos aeronáuticos, componentes y equipos y a la aprobación de las organizaciones y personal que participan en dichas tareas.

La Parte 145 está dividida en diferentes secciones, las cuales vamos a desarrollar a continuación:

- Sección A: Requerimientos técnicos y organizativos.
- Sección B: Procedimientos de la autoridad.
- Apéndice I.
- Apéndice II.
- Apéndice III.
- Apéndice IV.

Sección A: Requerimientos técnicos y organizativos.

145.A.10 Alcance:

1. El mantenimiento de la línea debe ser entendido como cualquier mantenimiento que se haga antes del vuelo para asegurar que la aeronave está correcta para efectuar el vuelo.
 - a) La línea de mantenimiento debe incluir:
 - Solución de problemas.
 - Rectificación de defectos.
 - Reemplazo de componentes con uso de prueba de equipamiento externos si es requerido. El reemplazo de los componentes debe incluir componentes como los motores y reactores.
 - Mantenimiento programado y/o revisiones, incluidas inspecciones visuales que detectarán condiciones o discrepancias obvias, pero que no requieren una extensa y profunda inspección. Además, puede incluir partes de la estructura interna, sistemas y la planta de potencia que son visibles a través de una rápida apertura de paneles o puertas de acceso.

- Reparaciones menores y modificaciones que no requieren desmontaje extenso y puede ser hecho de manera sencilla.



Ilustración 10.- Mantenimiento en línea de un motor. [19]

- b) Para casos temporales u ocasionales, el Mánager de Cumplimiento de Monitorización debe aceptar que las tareas base de mantenimiento sean realizadas por una organización de mantenimiento en línea después de llevarse a cabo una declaración de riesgos adecuada, mientras se cumplan los requerimientos definidos por la autoridad competente.
- c) Las actividades fuera de estos criterios se consideran Mantenimiento Base.
- d) Las aeronaves mantenidas en concordancia progresiva deben estar individualmente evaluado en relación a este párrafo. En principio, la decisión permite algunas revisiones progresivas mediante una determinación de los riesgos dentro de una revisión particular determinada de forma segura por los estándares requeridos a la línea de la estación de mantenimiento designada.

145.A.15 Solicitud de una organización certificada:

En una forma y una manera establecida por la autoridad competente significa que la aplicación debe ser hecha teniendo en cuenta siguiendo: QCAA Formulario 1 (referido al Apéndice III de la AMC a Parte 145).

145.A.20 Condiciones de la aprobación:

La siguiente tabla identifica la especificación ATA, capítulo 2200, clasificación C. Si el mantenimiento manual (o un documento equivalente) no sigue los capítulos ATA, las materias correspondientes siguen aplicándose con la clasificación C.

CLASS	RATING	ATA CHAPTERS
COMPONENTS OTHER THAN COMPLETE ENGINES OR APUs	C1 Air Cond & Press	21
	C2 Auto Flight	22
	C3 Comms and Nav	23 - 34
	C4 Doors - Hatches	52
	C5 Electrical Power & Lights	24 - 33 - 85
	C6 Equipment	25 - 38 - 44 - 45 - 50
	C7 Engine - APU	49 - 71 - 72 - 73 - 74 - 75 - 76 - 77 - 78 - 79 - 80 - 81 - 82 - 83
	C8 Flight Controls	27 - 55 - 57.40 - 57.50 - 57.60 - 57.70
	C9 Fuel	28 - 47
	C10 Helicopters - Rotors	62 - 64 - 66 - 67
	C11 Helicopter - Trans	63 - 65
	C12 Hydraulic Power	29
	C13 Indicating / Recording Systems	31- 42 - 46
	C14 Landing Gear	32
	C15 Oxygen	35
	C16 Propellers	61
	C17 Pneumatic & Vacuum	36-37
	C18 Protection ice/rain/fire	26 - 30
	C19 Windows	56
	C20 Structural	53 - 54 - 57.10 - 57.20 - 57.30
	C21 Water Ballast	41
	C22 Propulsion augmentation	84

Ilustración 11.- Cuadro comparativo de la clasificación C. [20]

145.A.25 Requisitos de las instalaciones:

1. Si el lugar dónde está ubicado el hangar no pertenece a la organización, puede ser necesario establecer pruebas de arrendamiento. De hecho, la suficiencia del espacio del hangar para llevar a cabo los planes de mantenimiento debe estar demostrado por la preparación de una aeronave proyectada. Para ello, el avión debe visitar el hangar, que debe estar actualizado de forma regular.
2. Protección del clima contra los elementos que regularmente suele haber en la zona durante un periodo de 12 meses. El hangar de la aeronave y los componentes estructurales debe estar hechos de forma que se prevenga la entrada de lluvia, hielo, nieve... El suelo del hangar y de los componentes debe estar sellado para minimizar la generación de polvo.
3. Para la línea de mantenimiento del avión, se recomiendan que los hangares tengan entradas alternativas para el caso de inclemencias meteorológicas.
4. Los empleados del mantenimiento de la aeronave deben tener una zona donde puedan estudiar las instrucciones de mantenimiento y completar el registro de mantenimiento de una manera apropiada.

Es aceptable combinar algunas o todas las oficinas requeridas en una única oficina para los empleados siempre que tenga suficiente espacio para hacer las tareas requeridas de manera apropiada.

Los empleados del mantenimiento de la aeronave deben tener una zona dentro de la oficina dónde puedan estudiar las instrucciones de mantenimiento y completar los registros de mantenimiento de una manera apropiada.

1. Las instalaciones de almacenamiento para los componentes de las aeronaves deben estar limpias, bien ventiladas y mantenidas a una temperatura constante para minimizar los efectos de la condensación.
2. Los estantes de almacenamiento deben ser lo suficiente fuerte para soportar los componentes de la aeronave y proveer suficiente apoyo por los componentes más grandes que no se distorsionen estos componentes mientras dura el almacenamiento.
3. Todos los componentes de la aeronave, dónde esté aplicado, deben estar guardados con un material protector para minimizar los daños y la corrosión mientras dura el almacenamiento.

4. La iluminación debe garantizar que las tareas de inspección y mantenimiento puedan realizarse de forma efectiva.
5. El ruido no puede ser una distracción para el personal cuando estos realicen las tareas de inspección.



Ilustración 12.- Representación en 3D del hangar de mantenimiento de Air Europa en Barajas. [21]

145.A.30 Requisitos del personal:

- a) Con referencia al gerente responsable, se pretende normalmente que sea el líder ejecutivo quien apruebe la organización de mantenimiento, quién, en virtud de su posición, tiene toda la responsabilidad para dirigir la organización. El gerente responsable puede ser el responsable para más de una organización y no es requerido que esté necesariamente informado sobre asuntos técnicos ya que la organización de mantenimiento define los estándares de mantenimiento. Cuando el responsable no es el líder ejecutivo, la autoridad necesita asegurar que este responsable tiene acceso directo al líder ejecutivo a tiene suficientes fondos de mantenimiento.
- b) Dependiendo del tamaño de la organización, la función de la Parte 145 puede ser subdividida entre managers individuales o combinados de alguna manera.
- c) La organización debe tener, dependiendo de la aprobación, un gerente de base de mantenimiento, un gerente de la línea de mantenimiento, un gerente de seguridad, un gerente de taller y un gerente de cumplimiento de la monitorización. Todos ellos deben reportar al gerente responsable, excepto en organizaciones de la Parte 145 pequeñas, donde un gerente puede también ser el gerente responsable, determinado por la autoridad, y estar en la línea de mantenimiento o en el taller.
- d) El gerente del mantenimiento base es responsable de asegurar que todos los requisitos de mantenimiento son llevados a cabo en el hangar, además, cualquier defecto de rectificación hallado durante el mantenimiento base, debe ser enviado para ver si cumple con los estándares de diseño y seguridad especificados en 145.A.65. El gerente del mantenimiento base es también responsable de cualquier acción correctiva.
- e) El gerente de la línea de mantenimiento es responsable de asegurar que todo el mantenimiento requerido en la línea de mantenimiento, incluidos los defectos de rectificación, cumple con los estándares específicos en 145.A.71. También es responsable de cualquier acción correctiva.
- f) El gerente del taller es responsable de asegurar que todo el trabajo en los componentes de la aeronave

cumple con los estándares especificados en 145.A.71 y también responsable de cualquier acción correctiva.

- g) No obstante, la organización puede contratar cualquier persona para los cargos anteriores, pero debe estar identificado por la autoridad, los cargos y las personas escogidas para llevar a cabo las funciones.
- h) Cuando la organización elige poner gerentes para todos o combinar algunos de los identificados en la Parte 145 porque el tamaño de la empresa lo hace necesario, se requiere que estos managers hagan reportes, sea cual sea el departamento exacto, al gerente responsable de todos.
- i) El cumplimiento monitorizado incluye los requisitos de corrección y las acciones correctivas necesarias por el mánager responsable y las personas nominadas referidas a 145.A.30.
- j) El papel del gerente de cumplimiento monitorizado es el de asegurar que las actividades de las organizaciones están monitorizadas para el cumplimiento de los requerimientos obligatorios, y cualquier otro requerimiento establecido por la organización. Además, estas actividades deben estar bien controladas bajo la supervisión de las personas nominadas referidas en 14.A.30.
- k) El gerente de cumplimiento monitorizado debe ser responsable de asegurar que el programa de cumplimiento monitorizado se implementa de forma correcta, es mantenido y siempre en constante revisión y mejora. El gerente debe:
 - 1. Tener acceso directo al gerente responsable.
 - 2. No ser una de las personas nominadas en 145.A.30.
 - 3. Ser capaz de demostrar conocimiento relevante, trasfondo y una experiencia apropiada relativa a las actividades de la organización, incluyendo experiencia y conocimiento sobre el cumplimiento monitorizado.
 - 4. Tener acceso a todas las partes de la organización, y si es necesario, a cualquier organización subcontratada.
- l) En el caso de una organización poco compleja, esta actividad debe ser ejercida por el gerente responsable, probando este que es capaz de desempeñar lo explicado en el punto 3.
- m) El gerente de seguridad es responsable del desarrollo, administración y el mantenimiento. Además, se ocupa de la efectiva seguridad de los procesos de mantenimiento como parte del sistema de gestión de acuerdo a 145.A.65.
- n) En el caso de que la misma persona actúe como gerente de cumplimiento monitorizado y gerente de seguridad, el gerente responsable, de acuerdo con la responsabilidad de seguridad, debe asegurar que los recursos suficientes están disponibles para ambas funciones, teniendo en cuenta el tamaño de la organización y la naturaleza y complejidad de las actividades.
- o) Tener suficientes empleados significa que la organización emplea o contrata suficiente empleados como para que al menos la mitad pueda ejercer el mantenimiento en cada taller, hangar o línea de vuelo en cualquier turno para asegurar la estabilidad de la organización. Los empleados contratados, siendo de media o jornada completa, deben tener en cuenta que cuando trabajan para la organización están sujetos al cumplimiento de los procedimientos de la organización especificados. Para ello, la persona empleada es contratada individualmente por la organización de mantenimiento aprobada por la Parte 145, mientras que una persona subcontratada trabaja para otra empresa u organización.
- p) Las horas de trabajo del mantenimiento tienen que tener en cuenta todas las actividades salidas de fuera del alcance de la Parte 145. La ausencia programada debe ser considerada cuando se desarrolla el plan de las horas de trabajo.
- q) Las horas de mantenimiento deben tener en cuenta la carga de trabajo de forma anticipada, excepto cuando la organización no puede predecir dicha carga de trabajo. Por tanto, dicho plan debe estar basado en una mínima carga de trabajo de mantenimiento necesario para que sea viable de forma comercial. La carga de trabajo del mantenimiento incluye todo lo necesario como la planificación, los reportes de mantenimiento, la producción...
- r) En el caso del mantenimiento base de las aeronaves, las horas de trabajo del plan de mantenimiento debe

estar relacionado con la visita del avión al hangar, como se especifica en AMC 145.A.25.

1. En el caso del mantenimiento de los componentes de la aeronave, las horas de trabajo del mantenimiento deben estar relacionadas con el plan de mantenimiento de los componentes de la aeronave, como se especifica en 145.A.25.
2. El horario de la función del cumplimiento de la monitorización debe ser suficiente para poder cumplir los requerimientos de 145.A.65, lo que significa, tener en cuenta AMC2 y AMC3 de 145.A.65.
3. El horario de trabajo del plan de mantenimiento debe ser revisado cada 3 meses y actualizado cuando sea necesario.
4. La desviación significativa del horario de trabajo del mantenimiento debe ser reportado al gerente del cumplimiento monitorizado, el mánager de seguridad y el mánager responsable, para que sea revisado. La desviación significativa se incluye con más del 25% de las horas disponibles durante el calendario de un mes, para cualquiera de las funciones especificadas en 145.A.30.

145.A.40 Equipos, herramientas y elementos:

- a) La organización debe disponer de todos los equipos, herramientas y material necesarios para realizar las actividades:
 1. Si el fabricante especifica algo concreto, por ejemplo, una herramienta, la organización deberá disponer de ella.
 2. Siempre debe haber disponibles equipos y herramientas, salvo aquellas que sean de un uso de muy baja frecuencia.
 3. Deben disponer de estructuras de inspección de aeronaves, así como plataformas suficientes para que la aeronave sea inspeccionada debidamente.
- b) Todo ha de ser supervisado y calibrado conforme a la normativa vigente.

145.A.45 Datos de mantenimiento:

- a) Todos los datos de mantenimiento serán guardados para las posteriores actividades de mantenimiento.
- b) Los datos de mantenimiento aplicables (pertinentes para cualquier aeronave, elemento o proceso especificado) son:
 1. Cualquier requisito aplicable, procedimiento, directiva operacional o información emitida por la autoridad responsable.
 2. Instrucciones de mantenimiento de la aeronavegabilidad, emitidas por los titulares de los certificados tipo.
 3. Cualquier norma aplicable.
- c) La organización debe establecer procedimientos que garanticen que, si algún procedimiento, práctica, información o instrucción de mantenimiento es inexacto, incompleto o ambiguo se registre y se notifique al autor de los datos de mantenimiento.
- d) La organización únicamente podrá modificar las instrucciones de mantenimiento sobre algún procedimiento especificado en la memoria de la organización de mantenimiento.
- e) Se deberá establecer un proceso, por parte de la organización, que garantice que se adoptan medidas adecuadas en caso de evaluación de daños y que se utilicen datos de reparación aprobados.
- f) Todos los datos de mantenimiento aplicables deben estar en disposición del personal de mantenimiento en el momento que se necesiten.
- g) Debe existir un procedimiento, ideado por la organización, para que los datos de mantenimiento estén siempre actualizados.

145.A.55 Registro de mantenimiento:

- a) La organización debe registrar todos los detalles de los trabajos de mantenimiento realizados. Se deben guardar, como mínimo, los registros necesarios para asegurar que se han cumplido todos los requisitos para la expedición del certificado de mantenimiento.
- b) La organización deberá facilitar una copia de cada certificado de aptitud para el servicio al operador de la aeronave.
- c) La organización guardará una copia de todos los registros de mantenimiento y de cualquier otro dato de mantenimiento durante tres años desde la fecha en que dicha organización calificó como aptos para el servicio de la aeronave.

145.A.65 Política de seguridad y calidad:

- a) La organización debe establecer una política de seguridad y calidad propia.
- b) Debe establecer procedimientos acordados por la autoridad competente que tengan en cuenta los factores humanos y el rendimiento humano para garantizar buenas prácticas de mantenimiento.
- c) Se establecerán procedimientos de mantenimiento para asegurar que se evalúan los daños y se realizan las modificaciones y reparaciones utilizando los datos especificados en el punto M.A.304.
- d) El sistema de calidad deberá incluir auditorías independientes para supervisar que se cumplen las normas aplicables a las aeronaves o elementos que existan procedimientos adecuados que aseguren el empleo de buenas prácticas de mantenimiento. Además, deberá disponer de un sistema para comunicar información de calidad a la persona o grupo de personas especificadas en el punto 145.A.30.

145.A.70 Memoria de la organización de mantenimiento:

Se trata de un documento o documentos que contiene el mantenimiento que especifica el alcance de los trabajos para los que se solicita la aprobación y que demuestran el modo en que la organización pretende cumplir lo dispuesto en la Parte 145.

Deberá ser modificada cuando sea necesario para que contenga siempre una descripción actualizada de la organización. Debe ser, tanto la memoria como las modificaciones, aprobadas por la autoridad competente.

Sección B: Procedimiento para las autoridades competentes:**145.B.01 Alcance:**

Se establecen los procedimientos administrativos que deberá seguir la autoridad competente para desempeñar sus tareas y responsabilidades en relación con la concesión, prórroga, modificación, suspensión o revocación de aprobaciones de organizaciones de mantenimiento en virtud de la Parte 145.

145.B.10 Autoridad competente:

1. Generalidades: El estado miembro constituirá una autoridad competente con responsabilidades para expedir, prorrogar, modificar, suspender o revocar una aprobación de mantenimiento. Se registrará por procedimientos documentados y dispondrá de una estructura organizativa.
2. Recursos: El volumen de la plantilla debe ser adecuado para cumplir los requisitos detallados en esta sección.
3. Cualificación y formación: Todo el personal relacionado con aprobaciones en virtud del presente anexo debe estar debidamente cualificado y tendrá todos los conocimientos, experiencia y formación necesarios para realizar tareas que tenga asignadas y, además, habrá recibido formación continua sobre la Parte 145.
4. Procedimientos: La autoridad competente fijará que detallan cómo se cumplen los requisitos de esta sección B y estos procedimientos serán objeto de revisión y modificación para garantizar el cumplimiento permanente. [17]

2.4.- Parte 66:

Sección A: Requisitos técnicos:

Subparte A: Licencia de mantenimiento de aeronaves:

66.A.3 Categoría de licencias:

- a) Las licencias de mantenimiento de aeronaves vienen dadas como:
- Categoría A: Una licencia de Categoría A permite al titular emitir certificados de aptitud para el servicio después de trabajos secundarios de mantenimiento programado en línea y rectificaciones sencillas de defectos.
 - Categoría B1: Esta categoría engloba a la A. Permite al titular emitir certificados de aptitud para el servicio y actuar como personal de apoyo de categoría B.1. Se incluye:
 - Trabajos de mantenimiento ejecutados en la estructura de la aeronave, los motores y los sistemas mecánicos y eléctricos.
 - Sistemas de aviónica de comprobaciones sencillas para demostrar el funcionamiento y no requieran el diagnóstico de averías.
 - Categoría B2: No incluye la categoría A. Permite al titular:
 1. Emitir certificados de aptitud para el servicio y actuar como apoyo de categoría B.2 para:
 - Mantenimiento en sistemas eléctricos de aviónica.
 - Trabajos eléctricos y de aviónica en los motores y los sistemas mecánicos que necesiten comprobaciones sencillas.
 2. Emitir certificados de aptitud para el servicio después de trabajos secundarios de mantenimiento programado en línea y de rectificaciones de defectos sencillos.
 - Categoría B3: En esta categoría, el titular podrá:
 - Mantenimiento ejecutado en la estructura del avión, los motores y los sistemas mecánicos y eléctricos.
 - Sistemas de aviónica que necesiten comprobaciones sencillas para demostrar su funcionamiento.
 - Categoría C: Permite al titular emitir certificados de aptitud para el servicio después de trabajos de mantenimiento de base en la aeronave.

Para las diferentes categorías B1, B2 o C. las habilitaciones de tipo de aeronave según los grupos (explicados posteriormente en este texto), son los siguientes:

1. Para las aeronaves de grupo 1, habilitación de tipo de aeronave correspondiente.
2. Grupo 2, habilitación de tipo de aeronave correspondiente, la habilitación de subgrupo de fabricante o la habilitación de subgrupo completo.
3. Grupo 3, la habilitación de tipo de aeronave correspondiente o la habilitación de grupo completo.

Para la categoría B3, la habilitación pertinente es: "Aviones no presurizados con motor de pistón con una masa máxima de despegue igual o inferior a 2000 kg".

Para la categoría A no se necesita habilitación.

- b) Las categorías A y B1 están divididas en subcategorías relativas a las distintas combinaciones de aviones, helicópteros, motores de turbina y de pistón.
- A1 y B1.1 Aviones con motor de turbina.
 - A2 y B1.2 Aviones con motor de pistón.
 - A3 y B1.3 Helicópteros de turbina.

- A4 y B1.4 Helicópteros con motor de pistón.



Ilustración 13.- Aeronave movida por pistones (hélice). [22]

- c) La categoría B3 es aplicable a los aviones no presurizados con motor de pistón con una masa máxima de despegue igual o inferior a 2000kg.

66.A.5 Grupos de aeronaves:

Grupo 1: Aeronaves propulsadas complejas, así como helicópteros multimotor, aviones con altitud máxima operativa certificada superior a FL 290, aeronaves equipadas con mandos electrónicos y otras aeronaves que requieren una habilitación de tipo de aeronave cuando así lo determine la Agencia.



Ilustración 14.- Ejemplo aeronave Grupo 1. [23]

Grupo 2: Aeronaves distintas del grupo 1 que pertenezcan a:

- Subgrupo 2a: Aviones monomotor turbohélice.



Ilustración 15.- Aeronave subgrupo 2a. [24]

- Subgrupo 2b: Helicópteros monomotor de turbina.



Ilustración 16.- Aeronave subgrupo 2b.

- Subgrupo 2c: Helicópteros monomotor de pistón.

Grupo 3: Aviones con motor de pistón distintos a los del grupo 1. [17]

3 ACCIDENTES AEREOS

El miedo a la muerte es el más injustificado de todos los miedos, porque no hay riesgo de accidente para alguien que está muerto.

- Albert Einstein-

Bien es sabido que muchos errores de mantenimiento han propiciado grandes accidentes de aeronaves.

En este estudio, se investigarán 4 grandes casos de accidentes que fueron propiciados, de una u otra manera, por la falta de mantenimiento o la mala aplicación de este.

3.1.-Accidente de Spanair:

Probablemente de los accidentes más conocidos en España debido a que es el más reciente y el que más personas perdieron la vida en una aeronave.



Ilustración 17.- Accidente de Spanair de forma resumida. [25]

Para hacer un estudio detallado, se hará desde tres puntos de vista diferente:

- a) Estudio cronológico del accidente.
- b) Motivos desde el punto de vista del mantenimiento.
- c) Cómo haberlo evitado.

Estudio cronológico del accidente:

Breve resumen:

El estudio cronológico del accidente se estudiará el Informe Interino A-032/2008 de la CIAIAC: Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación Civil del Ministerio de Fomento del Gobierno de España.

El accidente se produjo el 20 de agosto de 2008 entorno a las 14:24h española. El modelo de avión empleado era un McDonnell Douglas DC-9-82 (MD-82) y la compañía explotadora era Spanair.

Entre otras cosas, hubo 154 muertes entre pasajeros y tripulación y 18 personas resultaron graves, aunque no perdieron la vida.

Se trataba de un vuelo que cubría la ruta Madrid-Gran Canaria. El vuelo regular era el JKK5022.

Cronológicamente, la primera ruta de la nave durante ese día que realizó fue la de Barcelona-Madrid a las 8:55h, llegando a Madrid a las 10:13h sin registrar ningún problema.

Una vez en Madrid debía emprender el vuelo hacia las Palmas de Gran Canaria a la hora estimada de las 13:00h.

Ya con autorización para despegar, la aeronave se dirigió a la pista 36L desde la terminal T2 de Barajas. A las 13:25h la tripulación comunicó un problema, por lo que la aeronave se tuvo que dirigir de nuevo a la plataforma de la T2.

La sonda RAT (Ram Air Temperature) registró un nivel de temperatura anormalmente alto. Fue entonces cuando llegaron los revisores de mantenimiento pertinentes a comprobar por qué podía ser. Una vez realizada la consulta de la MEL, el mecánico abrió el disyuntor del circuito eléctrico que tiene conexión con la calefacción, haciendo que esta quedara inoperativa. Por tanto, el avión quedaba despachado.

Por tanto, a las 14:08h la aeronave fue autorizada a despegar nuevamente. En ese momento, la tripulación comenzó la lista de comprobación de anteriores al arranque de los motores (prestart y before start). Una vez puesto en marcha los motores, se realizó la comprobación after start, sin embargo, se obvió el punto de verificación de los flaps/slats. A las 14:23h el avión se encontraba a la cabecera de la pista.

Recorridos unos 1950m el avión se elevó hasta los 40 pies y descendió bruscamente, impactando contra el suelo.

Historial de mantenimiento

La aeronave en cuestión se mantenía de acuerdo al programa de mantenimiento aprobado en abril de ese mismo año por la DGAC de España: MPDM80SP.

El programa MPDM80SP está basado en el MRBR de Boeing. Siendo los periodos y las frecuencias de las inspecciones:

N.º	Tipo de inspección	Intervalos de inspección
1	Prevuelo	Antes de cada vuelo
2	Diaria	Cada día de calendario
3	W	14 días de calendario
4	A	120 días
5	C	16 meses o 4.500 FH, lo que ocurra primero
6	IV	5 años o 15.500 FH, lo que ocurra primero
7	D	10 años, 30.000 FH o 25.000 FC, lo que ocurra primero

Ilustración 18.- Cuadro de inspecciones según la normativa MPDM80SP. [26]

Desde el 24 de julio de 1999 se habían llevado a cabo 33 inspecciones mayores. La última se efectuó entre el 22 y 23 de mayo de 2008.

Indicaciones previas de temperatura excesiva de la sonda RAT en el avión accidentado:

El problema de fallo de mantenimiento se empieza a palpar antes del día del siniestro.

Los días 19 y 20 de agosto de 2008 se realizan tres tareas de mantenimiento por el personal de mantenimiento del operador en Madrid y Barcelona. Esto es debido a que hay indicaciones de alta temperatura de la sonda RAT.

La primera de las acciones de mantenimiento se realizó en Madrid, el 19 de agosto, ya que se había registrado que, durante el movimiento de taxi, la RAT había alcanzado los 90°C. El técnico que atendió esta avería (TM1), comprobó que la sonda RAT daba en cabina una temperatura de 34°C, valor común en Madrid en verano. Por tanto, desconectó y conectó el disyuntor Z-29, el cual se encarga de activar la corriente eléctrica a través de la resistencia que calienta la sonda RAT y pudo comprobar que los valores que se alcanzaban eran los mismos que anteriormente vio. Además, para cerciorarse, palpó la sonda, comprobando que no estaba caliente.

Para continuar con su comprobación, simuló las condiciones de vuelo, abriendo los disyuntores de los relés del sistema de sensación en tierra izquierdo y derecho (k-33 y L-33). Activó la RAT y esta se calentó, lo que debe suceder en estos casos.

Por tanto, al no encontrar motivo aparente de la alta temperatura de la sonda, el técnico registró en la ATBL la anotación: *“Reset tested; OK Pls info if fails again”*.

Más adelante, en el vuelo que cubría la ruta Madrid-Barcelona, la sonda RAT volvió a registrar valores de 90°C. Una vez el avión aterrizó en Barcelona, la aeronave no realizó más vuelos.

Una vez en Barcelona, un técnico (TM2) volvió a revisar el avión. De primeras, comprobó que no había corriente eléctrica circulando por la resistencia de la sonda y que la avería registrada por la tripulación no estaba presente en ese momento. Dos técnicos de turnos posteriores confirmaron lo mismo.

Por tanto, el TM2 se dispuso a consultar el AMM y realizó una prueba definitiva en el AMM 34-18-00, resultando esta satisfactoria. No pudieron, por tanto, reproducir la avería descrita en Madrid.

A raíz de esta prueba, se escribió en el ATBL que la prueba había sido un éxito.

Por último, la anotación final en el ATBL con respecto a la temperatura de la sonda RAT, se realizó el 20 de agosto de 2008 en el rodaje previo al vuelo accidentado. Cabe destacar, que el avión había realizado un vuelo Barcelona-Madrid sin ningún tipo de inconveniente.

La anotación contemplaba que el vuelo había alcanzado una temperatura entorno a los 99°C, haciendo que el avión regresará al puesto de estacionamiento R11 del aeropuerto de Madrid, para ser atendido por los especialistas de mantenimiento.

Por tanto, el tercer técnico de mantenimiento (TM3) procedió a abrir el disyuntor Z-29 del circuito eléctrico, para eliminar la calefacción de la sonda RAT, ya que había comprobado en el manual de Equipamiento Mínimo que esta no era necesaria para las condiciones del vuelo.

Información contenida en los registradores de vuelo:

La información que nos concierne de forma concreta es la relacionada con los técnicos de mantenimiento y sus operaciones.

A las 13:51:22 hay una grabación del CVR que informa que se va a utilizar hielo seco para bajar la temperatura de la sonda de temperatura.

13:53:34, el comandante comenta que pueden despegar ya que no hay previsión de congelamiento. El técnico de mantenimiento está conforme y despacha el avión con la sonda de calefacción inoperativa.

A continuación, se produce el resto de la secuencia del accidente, en la que los técnicos de mantenimiento no realizaron ninguna otra acción.

Manual de operaciones de Spanair:

El manual de operaciones lleva aparejada la lista de comprobación de antes del despegue (entre otros documentos).

Es importante saber que es un tema crucial, ya que, si se hubiera realizado correctamente, es probable que los pilotos se hubieran dado cuenta de la deflexión de los flaps, pudiendo solucionar el error.

Los procedimientos normales de la lista contemplan:

Lista de comprobación	N.º puntos
Prestart	59 (primer vuelo del día) 26 (si uno de los pilotos permanece a bordo en las paradas intermedias)
Before start	8
After start	9
Taxi	8
Take off imminent	6

Ilustración 19.- Cuadro de los puntos asociados. [26]

Dónde cada punto lleva asociado una serie de acciones.

Uno de los problemas asociados al accidente fue que estas listas no se practicaron al pie de la letra. Además, el hecho de que solo en el primer vuelo del día se comprueben los 59 puntos hizo que se cuestionara de verdad la eficacia de este manual.

Punto de vista mantenimiento:

El estudio desde el punto de vista del mantenimiento es sencillo: ¿Fue un problema de mantenimiento este accidente?

A simple vista, el accidente fue una mezcla de muchos pequeños factores, todos ellos condicionantes del suceso final.

La parte que jugó el mantenimiento aquí fue las decisiones y estudios realizados por los técnicos de mantenimiento hablados anteriormente en el estudio cronológico.

Los técnicos finales (del aeropuerto de Madrid-Barajas) pudieron ser los máximos detonantes del accidente, debido a que ellos fueron los que, finalmente, optaron por desconectar la sonda, sin saber si el fallo del Relé era completo. Pero esto no quiere decir que la culpa total recaiga sobre ellos, ya que los técnicos anteriores no realizaron estudios exhaustivos, pudiendo haber llegado a una conclusión con respecto al Relé.

Cierto es que los técnicos aplicaron las pautas exactas que marcaba el reglamento de Spanair para estos aviones de la serie MD-80. Por tanto, no realizaron ninguna acción contradictoria.

Sin embargo, cabe destacar que el avión estaba en condiciones de mantenimiento correctas, esto es, todas las revisiones fueron efectuadas con éxito y el Relé detonante estaba en buen estado, según los últimos informes de mantenimiento

Dicho esto, no podemos concluir que el accidente en cuestión haya sido exclusivamente culpa del mantenimiento de la aeronave o de los técnicos del mantenimiento, debido, entre otras cosas, a que también hubo errores humanos en la *checklist* de los pilotos.



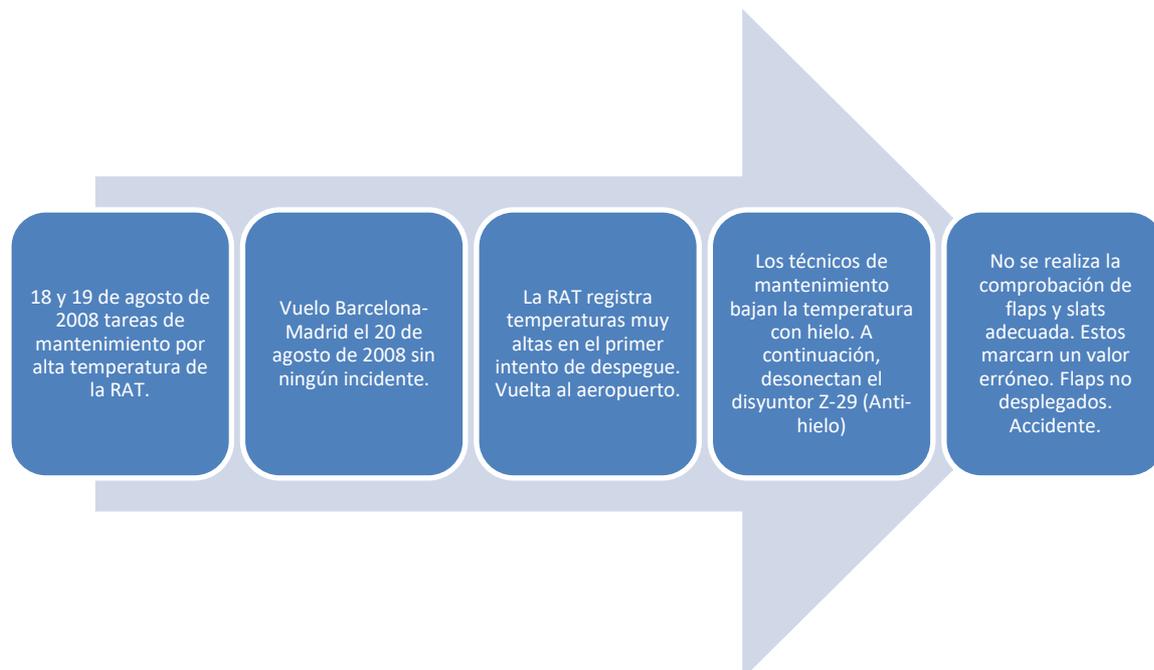
Ilustración 20.- Relé RD2. [27]

Cómo haberlo evitado:

Un correcto estudio del Relé en las inspecciones previas al accidente podría haber dictaminado el estado final del mismo. Con una sustitución del Relé se hubiera podido evitar que el sistema de TOWS fallara, haciendo que los pilotos fueran conscientes de la deflexión de los flaps, siendo esta incorrecta.

Además, si la situación de estrés de los pilotos hubiera sido distinta, estos podrían haber realizado una comprobación de la *checklist* correcta.

Si bien es cierto que es complicado establecer exactamente cuál hubiera sido la mejor opción para evitarlo. [26]



3.2.- Otros accidentes:

Existen otros accidentes posteriores y anteriores que se pueden estudiar y discutir desde el punto de vista del mantenimiento de las aeronaves.

3.2.1.- Vuelo 123 de Japan Airlines:

Este vuelo se realizó el 12 de agosto de 1985, cubriendo la ruta Tokio-Osaka de la compañía Japan Airlines.

Se trataba de un Boeing 747 que había sido adaptado con más asientos para cubrir la alta demanda que se producía en esa ruta en esos momentos. Había 509 pasajeros y 15 tripulantes de cabina.

La aeronave salió del aeropuerto de Tokio a las 18:12 h, con algo de retraso. Esta ruta es corta y se pensaba que sería un vuelo sencillo y agradable.

A los 12 min de despegar, se escuchó una fuerte explosión al final de la aeronave. No había sido dentro de la cabina, por tanto, los pilotos no supieron exactamente que había sucedido. A partir de ahí se produce una despresurización, ya que el vuelo estaba a unos 30000 ft de altitud. La hipoxia es inminente y la duración máxima de oxígeno de emergencia es de unos 30 minutos.

Además, hemos de sumar que se produjeron fallos en los controles hidráulicos, haciendo casi imposible que los pilotos pudieran manejar el avión correctamente.

Un hecho significativo de este accidente es que los pilotos no se pusieron las mascarillas para poder respirar a raíz de la despresurización. Esto provocó que los efectos de la hipoxia fueran críticos en ellos. Hizo que no respondieran si quiera a las llamadas de los controladores aéreos y que el avión comenzará a hacer giros bruscos y sin sentido, más teniendo en cuenta que no tenían control hidráulico.

A medida que el avión iba descendiendo, los pilotos consiguieron recuperar la plena consciencia, ya que el avión llegó a los 1000 ft, donde hay oxígeno suficiente en la atmósfera.

Rápidamente tomaron el control de la aeronave y decidieron intentar dirigir esta mediante los motores, acelerando y desacelerando los de un lado y otro.

Lamentablemente, este método no sirvió para que pudieran controlar el avión, que se precipitó en las montañas a unos 96 km al norte de Tokio, 44 minutos después de haber despegado.

Está considerado la peor catástrofe aérea producida por un solo avión de la historia. Hubo 524 fallecidos.

Las causas que llevaron a este fatal desenlace son, indudablemente, producto de un mal mantenimiento de la aeronave.

En la bahía de Sagami, nada más salir de Tokio, encontraron una parte del estabilizador vertical. Esta fue la pieza clave que se soltó y se escuchó en la explosión, ya que faltaba más del 50% del estabilizador de la aeronave.

Esta rotura del estabilizador se produjo debido a que en 1978 el avión había sufrido un pequeño accidente aterrizando, ya que se golpeó la parte de la cola con la pista, dañando el mamparo.

La reparación que debían hacer los técnicos de mantenimiento, según el manual para ese tipo de siniestros, era ensamblar una "placa de refuerzo" entre las partes dañadas para después asegurarla con 3 hileras de remaches.

Sin embargo, lo que hicieron fue usar dos placas distintas y poner un remache en la de arriba y dos en la de abajo.

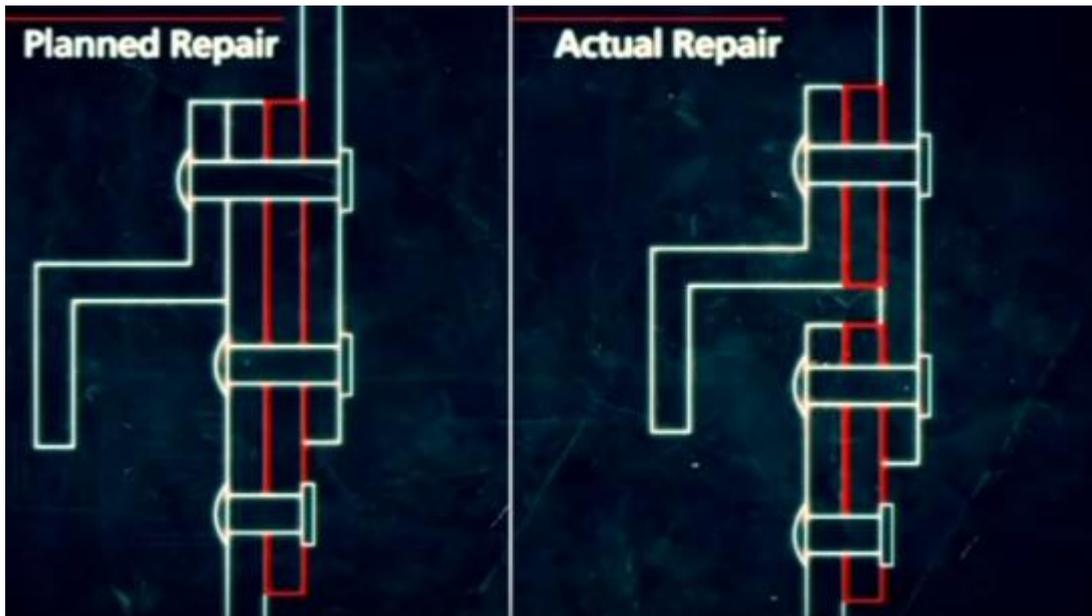


Ilustración 21.- Reparación del avión siniestrado. [28]

Esto provocó que se produjeran grietas de fatiga y que se debilitaran las juntas un 30%.

Este simple error de mantenimiento produjo la muerte de 524 personas que iban en ese avión. [28]



Ilustración 22.- Accidente de Japan Airlines [29]

3.2.2.- Vuelo 5390 de British Airways.

En este vuelo ocurrió algo muy inusual. Se trata del vuelo 5390 De British Airways que cubría la ruta entre Birmingham y Málaga el 9 de junio de 1990.

La aeronave había pasado muy recientemente todos los controles de mantenimiento pertinentes. La misma noche anterior al vuelo se le había colocado en parabrisas nuevo.

Una vez que despegó, el vuelo alcanza una altura cercana a la de crucero y sucede un imprevisto. La parte izquierda del parabrisas nuevo sale despedida, ocasionando que el comandante de la aeronave, sin cinturón en ese momento al estar ya en altitud de crucero, saliera despedido, solo pudiendo estar agarrado por los pies en los bajos del mando

de vuelo.

Rápidamente, el copiloto comienza la maniobra de descenso, mientras que el comandante está sujeto por dos ayudantes de cabina.

Fue una maniobra muy arriesgada, ya que el copiloto no era capaz de escuchar lo que decían los controladores aéreos y descendió bruscamente por rutas aéreas muy transitadas, arriesgándose a una colisión.

No obstante, en un acto de valor y control, el copiloto consiguió aterrizar en Southampton, sin ninguna muerte y con el único herido leve el comandante de la aeronave que conservaba la vida.

Las causas de este accidente fueron causadas por el parabrisas, que salió despedido a causa de que los tornillos que tenía instalados eran 0.6 mm de diámetro que los tornillos que debían ir allí.

Por tanto, el jefe de mantenimiento encargado de la instalación del limpiaparabrisas cometió el error de no consultar en su manual, sino que comparó un tornillo original con los que finalmente puso.

Este error de mantenimiento podría haber causado la muerte de muchas personas y todo fue por no leer correctamente el manual. [28]



Ilustración 23.- Estado del parabrisas y del comandante. [30]

3.2.3.- Vuelo 812 de Southwest Airlines

Este vuelo se realizó en 1 de abril de 2011. Cubría la ruta entre Phoenix y Sacramento, ambos en EE. UU. Se trataba de un Boeing 737 y llevaba 118 pasajeros a bordo.

La aeronave tenía 15 años de antigua.

Una vez despegó el vuelo, la aeronave, al alcanzar la altura de crucero, sufrió una rotura por una parte de su envergadura.

Este agujero permitía ver el techo de la aeronave y asustó mucho tanto a tripulación como pasajeros ya que había mucho riesgo de que la aeronave se rompiera en su totalidad.

Nada más producirse el agujero, se produjo la despresurización, provocando la hipoxia. Las mascarillas tienen una duración aproximada de 30 minutos y, por tanto. Los pilotos decidieron descender bruscamente hasta alcanzar una altitud donde el oxígeno fluyese en más cantidad.

A riesgo de que se rompiera el avión completamente, optaron por aterrizar en la Base Militar de Yuma, la más cercana a donde se encontraban.

Una vez aterrizado el avión, sin que hubiera ningún herido, se estudiaron las causas que originaron la rotura de este.

Se concluyó que había en más del 70% de los remaches gran cantidad de grietas causadas por fatiga.

El problema surgió cuando el avión había realizado todas las inspecciones de forma correcta, pero llegaron a la conclusión de que las revisiones en algunas zonas concretas del avión (por ejemplo, la zona desprendida del fuselaje) no eran muy frecuentes ni estaban muy controladas.

Por tanto, este accidente fue por falta de mantenimiento, no por negligencia de los operarios.

Una vez se comprobó que las aleaciones en esta aeronave no habían funcionado correctamente, se investigaron todos los demás modelos de esta, comprobando que había cinco aeronaves más con el mismo problema y mismo riesgo de rotura. [28]



Ilustración 24.- Avión siniestrado donde se puede comprobar el agujero en el fuselaje. [31]

Southwest	Air Japan	Spanair	British Airways
Vuelo nacional.	Vuelo nacional.	Vuelo nacional.	Vuelo internacional.
15 años de antigüedad	Avión adaptado para este vuelo concreto.	Avión no muy antiguo, con capacidad de más vuelo.	Avión muy nuevo con todo el mantenimiento en regla.
Agujero generado por fatiga.	Estabilizador horizontal vertical se rompe.	RAT en mal estado.	El parabrisas nuevo salta de forma inesperada.
El mantenimiento no era suficiente. Mejorar las medidas de mantenimiento.	La reparación que recibió este avión después de un accidente anterior no fue correcta, provocando la rotura.	El disyuntor Z-29, encargado del anti-hielo, es desconectado.	Los tornillos instalados por el técnico de mantenimiento no eran los mismos que requería el parabrisas.

Tabla 2.- Tabla explicativa de los accidentes estudiados.

4 MANTENIMIENTO BASE

Cuanto más complejo se vuelve un sistema, más improbable resulta, más cosas pueden fallar y más esfuerzo conlleva su mantenimiento.

- Mihály Csíkszentmihályi-

Las operaciones de mantenimiento son tareas que se realizan diariamente a distintos aviones, aunque no siempre son del mismo tipo ni tienen las mismas características.

Además, hay determinadas empresas encargadas del mantenimiento, aunque normalmente las revisiones de mantenimiento más frecuentes son realizadas en hangares de mantenimiento de las propias aerolíneas siguiendo los criterios de la EASA o FAA.

4.1.- Tipos de mantenimiento:

4.1.1.- Mantenimiento en Línea:

El mantenimiento en línea puede ser programado o no programado.

- No programado: Una vez se comprueba que hay avería, se procede inmediatamente a su reparación.
- Programado: Para la realización de esta parte se realiza siguiendo un programa de revisión y recambio establecido por la EASA. Se realiza para mantener el certificado de aeronavegabilidad de los aviones y obtener una buena fiabilidad. Se usa la especificación ATA 100, ya que esta norma permite saber las tareas a realizar dependiendo de las horas de vuelo. El mantenimiento final debe estar aprobado por la por la AESA española, siendo el operador el responsable de cumplir con los programas.

Este mantenimiento a su vez se divide en tres diferentes categorías, dependiendo de la frecuencia de tiempo en la que la revisión deba realizarse.

- a) Mantenimiento de tránsito: Mantenimiento realizado antes de cada vuelo, incluyendo escalas. Está compuesto de tareas sencillas para comprobar la integridad estructural del avión y ver si cumple con los criterios de fiabilidad.
- b) Revisión diaria: Se realiza antes del primer vuelo del día. Se comprueba el estado general del avión teniendo tiempo para reaccionar si fuera necesario.
- c) Revisión 48 horas: Se comprueban cada este tiempo cuestiones generales de la aeronave.
- d) Revisión semanal: Es realizada cada 100 horas de vuelo. Se comprueban aspectos relacionados a la seguridad alrededor del avión, además se pueden corregir posibles anomalías y se comprueban todos los niveles de fluidos del avión.
- e) Revisión de horario límite: Cuando una aeronave llega casi hasta el límite de sus posibilidades, es necesario hacer una revisión de los motores y otros sistemas.
- f) Revisiones de ciclo límite de operación: Algunos elementos se inspeccionan dependiendo del número de ciclos realizados. Por ejemplo, el tren de aterrizaje, las palas de las turbinas o los componentes de los motores.



Ilustración 25.- Aeronave de Iberia en el hangar de mantenimiento para la revisión en línea. [32]

4.1.2.- Mantenimiento menor:

Se trata de tres revisiones:

- a) Inspección general de sistemas, componentes y estructura.
- b) Comprueba la seguridad de todos los sistemas, componentes y estructuras, pero de manera más intensa. Además, permite la corrección de los elementos que lo precisen.
- c) Se trata de una revisión completa y extensa por áreas de todo el avión.

4.1.3.- Mantenimiento mayor:

Es conocida como “gran parada” y se realiza entre 275 especialistas. Dura aproximadamente un mes y medio y se revisa el avión de forma completa. Tiene un coste de unos dos millones de euros.

Está sujeta a normas y especificaciones concretas con el fin de obtener la seguridad completa de la aeronave. Además, hay muchos intercambios de piezas incluso aunque estén en buen estado.

En esta gran revisión se pinta el avión, se revisa la estructura del fuselaje, alas, cola y timón de profundidad. Cambio de motores a continuación, tren de aterrizaje, mandos de vuelo...

Las aeronaves se desmantelan completamente para realizar esta revisión.

Finalmente, cuando se realiza la revisión exhaustiva, se realiza un vuelo de pruebas para comprobar que todo está correcto.

Al final de este proceso, la aeronave sale del hangar de reparación como si hubiera salido de fábrica, sin horas de vuelo.

Se realiza cada sesenta meses aproximadamente, aunque depende de cada aeronave.

4.1.4.- Mantenimiento de letra:

Se realiza en los momentos más apropiados para el sistema o equipamiento.

1. Revisión A: Se realiza aproximadamente cada 400 horas o 200 ciclos. (Mantenimiento Menor)
2. Revisión B: Se realiza cada 4 o 6 meses. (Mantenimiento Menor)
3. Revisión C: Se realiza cada 20 o 24 meses. (Mantenimiento Menor)
4. Revisión D: Se realiza cada 6 años. Es el procedimiento descrito anteriormente.(Mantenimiento Mayor)
[33] [34]

4.2.- Tipos de hangares:

Los tipos de hangares existentes para las aeronaves son:

1. Simples: 60m de altura y 30 m de ancho.

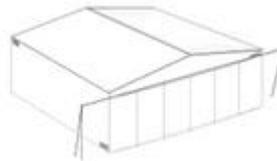


Ilustración 26.- Hangar simple. [35]

2. Hangares a dos aguas: entre 30 y 100 m de ancho. Las aeronaves que los utilizan son los Boeing 737 y A380 entre otras.

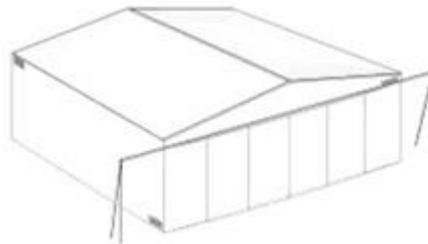


Ilustración 27.- Hangar a dos aguas. [35]

3. Hangares atirantados tipo radial: anchuras de 200 m o más.



Ilustración 28.- Hangar atirantado tipo radial. [35]

4. Hangares de tipo guante: se hacen ahorros en la estructura con puertas delanteras adaptadas a un tipo de avión concreto.



Ilustración 29.- Hangar de tipo guante. [35]

5. Hangares de cubierta inclinada: hangares anchos y cortos.



Ilustración 30.- Hangar de cubierta inclinada. [35]

6. Hangares en voladizo: se utilizan para posibles ampliaciones futuras.

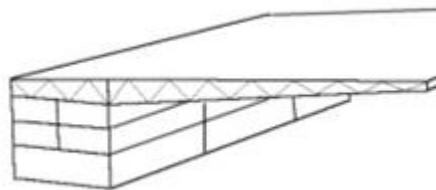


Ilustración 31.- Hangar en voladizo. [35]

7. Hangares de tipo V: deben tener pistas de acondicionamiento a cada lado.

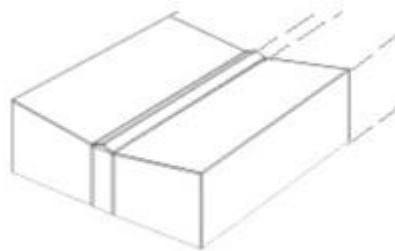


Ilustración 32.- Hangar en V. [35]

4.3.- Mantenimiento de partes más exhaustivas:

Motores:

Las partes más peligrosas de las aeronaves son los motores, debido a que un fallo catastrófico de estos puede provocar que el avión caiga o se incendie.

Es por ello por lo que los hangares de mantenimiento suelen poseer una parte específica para los motores, como es el caso de la compañía aérea española Iberia: “*El taller de motores ofrece servicios de mantenimiento e ingeniería para motores, APUs, reversas, sistemas auxiliares de generación de potencia y una amplia gama de accesorios asociados.*” [32]

Cada 3500 vuelos se deben desmontar los motores de las alas y aplicar un tratamiento completo.

Componentes:

Además, disponen de mantenimiento de componentes concretos, como son:

- Electromecánica: *“Componentes y accesorios de sistemas de combustible, hidráulico y neumático, así como unidades de generación de potencia. Controles de vuelo, ruedas y frenos. Accesorios de motor, reversas...”* [32]
- Aviónica: *“Audio/Video, sistemas de entretenimiento del pasajero. Ordenadores y pantallas. Radio e instrumentos de navegación y control. Baterías.”* [32]
- Interiores: *“Salvamento y equipamientos de emergencia. Botellas de oxígeno y extintores. Máscaras de oxígeno. Asientos cabina vuelo y pasaje. Soporte en ala.”* [32]

4.4.- Empresas del sector:

Las empresas dedicadas al mantenimiento aeronáutico en España son de varios tipos.

1. Parte 145: Estas empresas cumplen con todos los requisitos de la normativa Part 145 del Anexo II, están aprobados por la AESA según este Anexo.

Estas empresas se caracterizan porque pueden tratar aeronaves más grandes y todos los componentes del avión en el que se especifiquen. En esta parte englobamos las compañías aéreas, que disponen de hangares para sus propias aeronaves repartidos por el país.

Ref.	Organización	Dirección	OSV	Otras Aprobaciones
ES.145.002	BABCOCK MISSION CRITICAL SERVICES ESPAÑA, S.A.U.	Aeródromo Muchamiel. Partida de la Almunia 92. 03110 - Muchamiel, Alicante.	3	
ES.145.003	INDUSTRIA DE TURBOPROPULSORES, S.A.	Parque Tecnológico de Zamudio, nº 300 (Apartado de Correos 111). 48170 – Zamudio, Vizcaya	1	FAA TCCA ANAC
ES.145.005	ASL AIRLINES SPAIN, S.A.	Avenida Ed TNT, Avda. Central, Par1.5.bC. Carga Aérea. 28042 – Barajas, Madrid	1	
ES.145.009	ZACARIAS MORENO	Calle Boyer. 28052 - Madrid.	1	FAA
ES.145.010	BINTER TECHNIC, S.L.	Aeropuerto Gran Canaria parcela 9 Zima. 35230 - Telde, Las Palmas.	8	ANAC

Ilustración 33.- Ejemplo empresas Part-145. [36]

- Parte M: Estas empresas cumplen con el reglamento de la normativa de la Parte M de la subparte F. Se encargan de aviones privados y más pequeños que los grandes aviones comerciales.

Ref.	Organización	Dirección	OSV
ES.MF.002	ULTRAMAGIC	Aeródromo de Igualada-Odena. Barcelona	6
ES.MF.003	AERoclUB BARCELONA-SABADELL	Apto. Sabadell , S/N 8205 Sabadell	4
ES.MF.004	I.C.C. (Instituto Cartográfico Cataluña)	Parque de Montjuic, s/n 08038 BCN	4
ES.MF.005	GRUP AIRMED, S.A.	C/ Marqués de Caldes de Montbui 98-100, 2º, 2ª 17003 Girona	4
ES.MF.006	AERONAÚTICA DEL GUADARRAMA	Aeródromo de Fuentemilanos Segovia	6
ES.MF.009	FLYING CIRCUS, S.L.	Camino Viejo de Burgos, 35 28050 Madrid	6
ES.MF.014	ACTIVIDADES AERONÁUTICAS LUCENSES	Aeródromo de Rozas Lugo	6
ES.MF.017	CLUB DE VOL A VELA IGUALADA-ODENA	Aeródromo General Vives 08711 Odena Barcelona	4
ES.MF.018	FUNDACIÓN INFANTE DE ORLEANS (FIO)	Aeropuerto de CuatroVientos. Edif. Real Aeroclub de España. Carretera de la Fortuna, 14. 28054 Madrid	6
ES.MF.019	FLY-PYR SANTA CILIA, S.L.	Aeródromo de Santa Cilia, Santa Cilia de Jaca. 22791 – Huesca	4

Ilustración 34.- Ejemplo empresa Part M. [37]

3. CMA: “*National Maintenance Centers*” Al igual que el caso anterior, se encargan de aeronaves privadas y, además, helicópteros. Están regulados por la AESA.

Ref.	Organización	Dirección	OSV
021	HELISWISS IBERICA, S.A.	Aeropuerto de Sabadell Hangar nº 4 – lado norte. 08205 - SABADELL, Barcelona.	4
169	ACTIVIDADES AEREAS LUCENCES, S.L (AEROLUGO)	C/ MONDOÑEDO, 6 27004 LUGO	6
196	AERONAUTICA DELGADO	CARRETERA PUESTA EN RIEGO, KM 4 14710 VILLARUBIA - CÓRDOBA	2
043	FAASA AVIACIÓN, S.A.	AERÓDROMO SEBASTIÁN ALMAGRO CARRETERA FUENTE PALMERA KM 4,5 14700 PALMA DEL RIO - CÓRDOBA	2
138	FUNDACION INFANTE DE ORLEANS (FIO)	AEROPUERTO DE CUATROVIENTOS CARRETERA DE LA FORTUNA S/N 28054 MADRID	6

Ilustración 35.- Ejemplo empresas CMA. [38]

5 CONCLUSIONES

El mantenimiento siempre ha sido parte de la aviación, hasta el punto de estar en constante progresión y mejora. Actualmente, las revisiones mantenimiento y la normativa aplicadas parecen ser suficientes. Sin embargo, puede ocurrir en cualquier momento una catástrofe aérea que implique nuevas revisiones y nueva normativa con el fin de que no vuelva a ocurrir.

Para una buena ejecución del mantenimiento será necesario una buena cooperación internacional y medidas que se cumplan, en cualquier caso.

Parece prudente pensar que deberían seguir haciéndose estas innovaciones sin necesidad de que ocurriera esta catástrofe aérea, pero, sin saber exactamente motivos que requieran mantenimiento, es complicado llegar a una normativa nueva y a revisiones de partes concretas que, por ahora, funcionan correctamente.

Como conclusión, veo necesario mencionar que los técnicos de mantenimiento tienen que ceñirse correctamente al trabajo y evitar realizar malas ejecuciones. Es cierto que muchos casos pueden ser errores humanos, pero los estudiados en este TFG, en general, son errores por falta de compromiso y falta de un buen empleo de los manuales de mantenimiento.

REFERENCIAS

- [1] T. Marqoz, «Inventos Da Vinci,» 14 mayo 2013. [En línea].
Available: <http://davincidemonsinventos.blogspot.com/2013/05/ornitoptero.html>.
[Último acceso: 04 junio 2019].
- [2] «Leonardo Da Vinci, un genio incomprendido,» [En línea].
Available: <http://proyectoldavinci.blogspot.com/2017/05/tornillo-aereo.html>.
[Último acceso: 04 junio 2019].
- [3] Wikipedia, «Wikipedia,» [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Hermanos_Wright.
[Último acceso: 04 Junio 2019].
- [4] «Wikipedia,» [En línea]. Available: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Seal_of_the_United_States_Federal_Aviation_Administration.svg.
[Último acceso: 04 junio 2019].
- [5] M. d. Fomento., «Ministerio de Fomento.,» 27 07 2019. [En línea].
Available: <https://www.fomento.gob.es/el-ministerio/organizacion-y-funciones/secretaria-de-estado-de-infraestructuras-transportes-y-vivienda/secretaria-general-de-transporte/direccion-general-de-aviacion-civil>. [Último acceso: 24 03 2019].
- [6] FAA, «FAA,» 2017 Enero 04. [En línea].
Available: https://www.faa.gov/about/history/brief_history/. [Último acceso: 24 Marzo 2019].
- [7] J. M. P. TAGUA y R. J. V. PEREZ, «Apuntes asignatura Sistemas de Aeronaves,»
de Sistemas de Aeronaves.
- [8] «Wikipedia,» [En línea]. Available: https://ca.wikipedia.org/wiki/Fitxer:EASA_Logo.png.
[Último acceso: 04 junio 2019].
- [9] RAE, «RAE,» 2018. [En línea]. Available: <https://dle.rae.es/?id=OH9tS8F>.
[Último acceso: 24 03 2019].
- [10] EASA, «EASA,» 2015. [En línea]. Available: <https://www.easa.europa.eu/acceptable-means-compliance-and-guidance-material-group/part-145-maintenance-organisation-approvals>. [Último acceso: 27 03 2019].
- [11] SENASA, «SENASA,» [En línea]. Available:
<https://www.senasa.es/index.php?lang=es-ES&idPag=9&idCurso=12>.

- [Último acceso: 29 marzo 2019].
- [12] «Airborne,» 27 Julio 2017. [En línea]. Available: <https://www.airborne.com/airborne-easa-part-145-approval/>. [Último acceso: 04 junio 2019].
- [13] DGAC, «DGAC,» 12 julio 2019. [En línea]. Available: <https://www.dgac.gob.cl/aeronaves-2/certificados-de-aeronaves/cert-de-aeronavegabilidad/>. [Último acceso: 31 marzo 2019].
- [14] C. C. Rejado, *Aeronavegabilidad y Certificación de Aeronaves.*, Madrid: Paraninfo, 2008.
- [15] AESA, «AESA,» [En línea]. Available: https://www.seguridadaaerea.gob.es/lang_castellano/home.aspx. [Último acceso: 04 junio 2019].
- [16] FAA, «FAA,» 23 mayo 2019. [En línea]. Available: https://www.faa.gov/aircraft/air_cert/airworthiness_certification/. [Último acceso: 21 junio 2019].
- [17] BOE, «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,» Madrid, 2014.
- [18] M. Elizondo, «El Español,» 16 Abril 2019. [En línea]. Available: https://www.elespanol.com/economia/empresas/20190416/vida-alla-criptomonedas-blockchain-mejorara-eficiencia-aviones/391211821_0.html. [Último acceso: 30 Mayo 2019].
- [19] M. Rakusen, «Fotosearch,» [En línea]. Available: <https://www.fotosearch.es/ULY328/u92455060/>. [Último acceso: 28 04 2019].
- [20] EASA, «EASA,» 2017.
- [21] Redacción, «<https://mejoresedificios.com/aeropuerto-barajas-contara-nuevo-hangar-mantenimiento/>,» 24 Julio 2017. [En línea]. Available: <https://mejoresedificios.com/aeropuerto-barajas-contara-nuevo-hangar-mantenimiento/>. [Último acceso: 30 Mayo 2019].
- [22] C. Aéreo, «Capitán Aéreo,» 17 Abril 2014. [En línea]. Available: <http://capitanaereo.com/motores-de-aeronave-con-pistones/>. [Último acceso: 02 Junio 2019].
- [23] Wikipedia, «Wikipedia,» 23 09 2014.

- [En línea]. Available:
[https://es.wikipedia.org/wiki/Boeing_737_Next_Generation#/media/Archivo:Ryanair_Boeing_737_\(EI-ENI\)_departs_Bristol_Airport_23September2014_arp.jpg](https://es.wikipedia.org/wiki/Boeing_737_Next_Generation#/media/Archivo:Ryanair_Boeing_737_(EI-ENI)_departs_Bristol_Airport_23September2014_arp.jpg).
 [Último acceso: 06 06 2019].
- [24] Aerolica, «Aerolica,» [En línea]. Available: <http://www.elica.aero/es.php>.
 [Último acceso: 06 junio 2019].
- [25] «Levante, el mercantil valenciano,» 20 Agosto 2018. [En línea].
 Available: <https://www.levante-emv.com/espana/2018/08/20/tragedia-spanair--grafico-accidente/1758073.html>.
 [Último acceso: 04 junio 2019].
- [26] CIAIAC, «Informe interino A-032/2008,» Madrid, 2008.
- [27] Artech. [En línea]. Available: <https://www.artech.com/es/productos/rel%C3%A9-monoestable-rd-2>.
 [Último acceso: 02 Junio 2019].
- [28] D. Max, «Youtube,» [En línea]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=bvM4BrPF7-M>.
 [Último acceso: 11 mayo 2019].
- [29] J. Kelly, «BBC,» 2015 agosto 2015.
 [En línea]. Available:
https://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/08/150818_finde_accidentes_aereos_agosto_1985_irm.
 [Último acceso: 11 mayo 2019].
- [30] Kurioso, «Kurioso,» 1 diciembre 2008. [En línea]. Available:
<https://kurioso.es/tag/accidente-vuelo-5390-british-airways/>. [Último acceso: 11 mayo 2019].
- [31] Varios, «Wikipedia,»
 [En línea].
 Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Southwest_Airlines_Flight_812#/media/File:Southwest_Airlines_Flight_812_damaged_aircraft_NTSB_photo.jpg.
 [Último acceso: 11 mayo 2019].
- [32] Iberia, «Iberiamaintenance,» [En línea].
 Available: <http://www.iberiamaintenance.com/portal/site/mantenimientov2/menuitem.0db55baade8450697c8fd010d21061ca/#.XNhkviI4zbIU>. [Último acceso: 12 mayo 2019].
- [33] V. s. miedo, «Vuela sin miedo,» [En línea]. Available: <https://vuelasinmiedo.es/aviacion/mantenimiento-de-aviones/>. [Último acceso: 12 mayo 2019].
- [34] Administrador, «Termiser,» 29 Agosto 2017. [En línea]. Available:
<https://www.termiser.com/mantenimiento-de-aviones-comerciales/>. [Último acceso: 02 Junio 2019].

- [35] Proalt, «Proalt,» [En línea]. Available: https://www.proalt.es/mantenimiento-aviones/#Tipos_de_aviones. [Último acceso: 09 junio 2019].
- [36] AESA, «AESA,» [En línea]. Available: https://www.seguridadaerea.gob.es/media/4130733/listado_organizaciones_145.pdf. [Último acceso: 12 mayo 2019].
- [37] AESA, «AESA,» [En línea]. Available: https://www.seguridadaerea.gob.es/media/4131015/listado_organizaciones_mf.pdf. [Último acceso: 12 mayo 2019].
- [38] AESA, «AESA,» 12 noviembre 2019. [En línea]. Available: https://www.seguridadaerea.gob.es/media/4190182/listado_organizaciones_cma_s.pdf. [Último acceso: 12 mayo 2019].
- [39] josefdeabajo, «Hablo por no callar,» 22 julio 2013. [En línea]. Available: <https://profesionaljdeabajo.wordpress.com/2013/07/22/el-primer-pionero-de-la-aviacion-leonardo-da-vinci/>. [Último acceso: 13 marzo 2019].
- [40] «Frasas y pensamientos,» [En línea]. Available: <http://www.frasesypensamientos.com.ar/autor/wilbur-wright.html>. [Último acceso: 13 marzo 2019].
- [41] «Revista de historia,» 03 abril 2016. [En línea]. Available: <https://revistadehistoria.es/la-maquina-voladora-leonardo-da-vinci/>. [Último acceso: 13 marzo 2019].
- [42] «Proyecto Da Vinci,» mayo 2017. [En línea]. Available: <http://proyectoldavinci.blogspot.com/2017/05/tornillo-aereo.html>. [Último acceso: 13 marzo 2019].
- [43] «Biografías y vidas,» [En línea]. Available: https://www.biografiasyvidas.com/biografia/w/wright_hermanos.htm. [Último acceso: 13 marzo 2019].
- [44] AESA, «Solicitud de emisión de certificado de aeronavegabilidad/Niveles de ruido AESA.,» 2019.

GLOSARIO

ISO: International Organization for Standardization	1
ICAO: International Civil Aviation Organization	1
OTAN: Organización del tratado del Atlántico Norte	1
FAA: Federal Aviation Administration	1
OTAN: Organización del tratado del Atlántico Norte	1
EASA: European Union Aviation Safety Agency	1
EE. UU.: Estados Unidos	3
UE: Unión Europea	5
TFG: Trabajo Fin de Grado	6
CS: Certification Specification	9
AMC: Acceptable Means of Compliance	9
CE: Comunidad Europea	10
CFR: Code of Federal Regulations	14
MD: McDonnell Douglas	38
RAT: Ram Air Temperature	38
AMM: Aircraft Maintenance Manual	39
CVR: Cockpit voice recorder	40
FT: Feet	42
m: metros	49

