

## Mantenimiento

### **Conceptos Generales**

- 17/12/1903 vuelo de los hermanos Wright => inicio de la historia de la aviación. En 100 años evolución espectacular.
- Aviones seguros => Normativa. Evolución desde el comienzo. La aplicación de la misma depende del tipo de aeronave, por 3 diferencias –regulación aplicable, utilización de la aeronave y costes- :
  - Civil
    - Comercial
      - Normativa internacional muy estricta
      - Costes de mantenimiento deben tener en cuenta la obtención de beneficios
      - Utilización diaria alta de las aeronaves
      - Seguridad y comodidad del pasaje son prioritarias.
    - Privada
      - Normativa reguladora de carácter nacional.
      - La obtención de beneficios no es un objetivo prioritario
      - Utilización de aeronaves baja
      - Comodidad = f(actividad)
  - Militar
    - Normativa reguladora propia
    - Costes de mantenimiento condicionados por la misión a realizar
    - Aviones de no muy alta utilización diaria (ciclos consumidos más en función de las maniobras realizadas que de FLH.
    - Cumplimiento de la misión prioritario ante seguridad y comodidad.
- Autoridad Aeronáutica: organismo dependiente de la administración del estado, entre cuyas competencias se encuentra certificar la aeronavegabilidad de un producto aeronáutico, definir requerimientos y procedimientos a seguir por operadores y fabricantes que se encuentren bajo su jurisdicción, y vigilar su cumplimiento.
- Operador: persona jurídica titular de un certificado de operador, otorgado por una autoridad aeronáutica bajo cuya regulación debe operar, habiendo demostrado poseer las condiciones que se le exigen (organización, medios, recursos humanos y materiales que garanticen una operación segura de las aeronaves)
- Aeronavegabilidad: Condición de apto para el vuelo de un avión, motor o componente según la regulación vigente.
- Certificado de tipo:

- documento que acredita a una aeronave, motor o hélice cumple la normativa vigente, tanto en diseño y tipo de transporte al que va dirigido, como en fabricación
- Tiene como titular al fabricante.
- Incluye hoja de datos con las características, condiciones y limitaciones bajo las que el producto cumple los requerimientos de aeronavegabilidad que el son aplicables
- Fabricante: quien diseña y fabrica el producto y da asistencia técnica al operador.
- Para que un avión pueda comenzar a operar:
  - Poseer certificado de tipo aprobado por una autoridad aeronáutica
  - El operador de la aeronave debe estar certificado por la autoridad aeronáutica correspondiente.
  - La nave debe ser aeronavegable (Certificado de aeronavegabilidad emitido por la autoridad aeronáutica)
- Objetivos del mantenimiento:
  - Principal y obligatorio: mantener un avión aeronavegable.
    - El avión es aeronavegable si su configuración y componentes instalados corresponden con lo especificado en el certificado de tipo y está en condiciones de efectuar una operación segura y fiable.
  - Conseguir una óptima fiabilidad de despacho (puntualidad o disponibilidad, según el tipo de aeronave)
  - Mantener el nivel de comodidad y calidad de imagen adecuados (transporte de pasajeros).
- Mantenimiento programado
  - Tareas programadas para ser realizadas en la aeronave (incluyendo motores y componentes) durante una parada de mantenimiento
    - Cambio de componentes (consecuencia de análisis de actuaciones o de PIREPS y/o MAREPS)
    - Reparaciones de daños estructurales
    - Reparaciones de averías cuya resolución haya sido pospuestas hasta una parada programada
    - Las tareas proceden del programa de mantenimiento, agrupadas en paquetes y a realizar en la aeronave con frecuencias determinadas. El tiempo de parada y el volumen de mano de obra =  $F(\text{tipo de parada})$ 
      - Tipos de tareas:
        - Inspecciones
        - Cambios de componentes (desde filtros hasta el tren)

- Pruebas operativas y funcionales
  - Engrases, limpiezas, comprobación de niveles...
- Boletines de ingeniería
  - Carácter mandatorio (origen de directivas de aeronavegabilidad)
  - Carácter de alerta (puede llegar a ser mandatorio)
  - Carácter normal (prevenir fallos en las estructuras o sistemas, mejorar la operación, requerimientos comerciales)
- Mantenimiento no programado
  - Todas las tareas que se cumplimentan en un avión durante una parada para resolver (Trabajos consecuencia de los resultados obtenidos durante la ejecución de tareas de paquetes de trabajo)
    - Averías de sistemas
      - Pruebas funcionales
      - Pruebas operativas
      - Inspecciones
    - Daños estructurales
      - Inspecciones generales
      - Ensayos no destructivos
- Programa de mantenimiento: documento base de referencia.
  - Documento maestro que recoge todos los trabajos de mantenimiento programados a realizar con cierta frecuencia para mantener la aeronave aeronavegable de forma continuada.
  - Ha de ser aprobado por la autoridad aeronáutica.
  - Su contenido y su realización son responsabilidad del operador.
  - No corrige deficiencias en los niveles de fiabilidad provenientes del diseño, pero si previene su deterioro.
- Factores que influyen en los costes de mantenimiento:
  - Tipo de parada
  - Edad del avión (para un mismo tipo de avión)
  - Tipo de diseño =f(época de definición)
  - Lógica de definición del MRBR
- Proceso de mantenimiento
  - Mantenimiento preventivo (mandatorio y de conveniencia)
  - Mantenimiento correctivo
  - Realimentación

- Los resultados obtenidos permiten ajustar el proceso, obteniendo un sistema de mantenimiento fiable, económico y seguro
- D.G.A.C.
  - SAG. sistemas de navegación aérea y aeroportuarios
  - SAG. Explotación del transporte aéreo
  - SAG. Control del transporte aéreo.
  - Funciones:
    - Emite licencias y autorizaciones de explotación a las empresas de transporte aéreo, trabajos aéreos y servicios aeroportuarios
    - Ordenar e inspeccionar la seguridad del transporte aéreo, aviación general y deportiva y trabajos aéreos.
    - Regular y supervisar (puntos de vista técnico y operativo) los sistemas de navegación aérea y aeroportuarios
    - Regular e inspeccionar las enseñanzas aeronáuticas y la expedición de títulos.
    - Registro de matrículas de aeronaves y gestión de tasas por los servicios prestados
    - Dirigir y coordinar la actividad de las delegaciones de seguridad en vuelo.
- E.A.S.A.
  - Comienzo de actividades en septiembre del 2003.
  - Facilita libre circulación de productos, personas y servicios
  - Establece y mantiene un nivel de seguridad alto y uniforme y proteger el medio ambiente
  - Promover la eficiencia de costes en los procesos de certificación y cumplimiento de la regulación
  - Promover los puntos de vista de la comunidad en relación con los estándares de seguridad de aviación civil.

## **Normativa y Regulación**

- Civil europea JAA (Civil americana FAA)
  - Organismo europeo en el que están representadas las autoridades aeronáuticas de varios estados europeos para cooperar en el desarrollo e implantación de procedimientos y normas comunes, relacionados con la seguridad.
  - Origen: 1970: pautas comunes de certificación de grandes aviones y motores en el entorno europeo (productos fabricados en consorcios)
  - Desde el 87 el ámbito se amplía a las operaciones, mantenimiento, licencias y estándares de diseño y certificación de todo tipo de aeronaves.
  - Un único equipo de certificación trabaja en nombre de todos los países miembros. Hecha la publicación, todas las DGAC publican simultáneamente el certificado de tipo.
  - A partir del 92 JAA y FAA se empiezan a reunir para equiparar requerimientos
    - Diseño, fabricación, operación y mantenimiento de aviones civiles
    - Aviones y motores de aviación, emisiones y ruidos
    - Licencias de tripulaciones
    - Esto se ha conseguido en la práctica totalidad para aviones pequeños y helicópteros. El nivel es muy alto para aviones grandes, mientras que en motores aun existen pequeñas diferencias.
  - JAR/FAR 21: Certificado de tipo.
    - Tiene como titular al fabricante (“persona” que demuestre tener una aprobación para organización de diseño bajo normativa JAR).
    - Fabricante = el que diseña y fabrica el producto y debe cumplir las obligaciones impuestas por la Regulación.
    - Tiene q disponer de sistema de recogida de datos, investigación y análisis de información relativa con fallos, funcionamiento inadecuado en un producto contenido en el certificado de tipo. Además debe proporcionar información de ese sistema a todo operador de ese producto.
    - Enviar información a su autoridad nacional –antes de tres días- de cualquier fallo, mal funcionamiento o defecto del que tenga conocimiento y que haya causado o pueda causar una condición insegura en el producto.
    - Si la investigación determina un defecto en el tipo de diseño o en la fabricación, el poseedor del certificado de tipo debe investigar las causas de la deficiencia, enviar los resultados a la autoridad así como las acciones que proponga como solución.
    - Si la autoridad aeronáutica decide que es necesario emitir una directiva de aeronavegabilidad para que sea corregido el defecto, el poseedor del certificado de tipo propondrá las inspecciones y/o cambios a realizar, para que la autoridad los apruebe.

- El poseedor del certificado de tipo colaborará con la organización que produce para garantizar la coordinación entre diseño y producción, y dará soporte para asegurar la aeronavegabilidad continuada.
- Guardará toda la documentación de diseño y la tendrá a disposición de la autoridad aeronáutica.
- Suministrará al menos un juego de instrucciones para la aeronavegabilidad continuada a cada uno de los propietarios de uno o más aviones contemplados en ese certificado, en el momento de la entrega del 1er avión o 1ª edición del certificado de aeronavegabilidad (lo que suceda más tarde). Las instrucciones para la aeronavegabilidad continuada (=ICA's) también se suministrarán a los operadores del producto.
- JAR OPS
  - La necesidad de realizar tareas de mantenimiento surge de la obligación de un operador de mantener aeronavegables de forma continua los aviones que opera, según la regulación vigente (JAR OPS)
- JAR 23, 25, 27 o 29
  - La parte 21 obliga al poseedor del certificado de tipo a proporcionar las instrucciones para la aeronavegabilidad continuada al propietario del avión y actualizar esas instrucciones a cada operador.
  - Las ICA's pueden estar incompletas en el momento de la certificación si existe un programa que garantice que estarán terminadas antes de la entrega del 1er avión o de la edición del certificado de aeronavegabilidad estándar.
  - El contenido de las ICA's debe ser en un idioma aceptable por la autoridad que emite el certificado de tipo y deben contener
    - Manual de mantenimiento del avión
      - Información con las capacidades del avión + datos para realizar mantenimiento preventivo y correctivo.
      - Descripción completa del avión y sus sistemas
      - Información sobre el control básico y la operación, procedimientos y limitaciones
      - Información sobre puntos de servicio, capacidad de tanques, tipos de fluidos que se pueden usar, presiones aplicables en los sistemas, ubicación de paneles de acceso, ubicación de puntos de lubricación, tipos de lubricantes, equipos necesarios para realizar el mantenimiento
    - Instrucciones de mantenimiento
      - Información aplicable al avión, APU, equipos.... que recomienda periodos específicos en los que se debe limpiar,

reajustar, lubricar... así como el nivel de la inspección, las tolerancias a aplicar y los trabajos que se recomienda realizar.

- Información sobre el orden a seguir.
- Instrucciones generales (procedimientos para probar sistemas durante la determinación del cdg, la realización de la pesada...)
- Diagramas de acceso estructurales e información para acceso.
- Detalles para realizar inspecciones que necesiten de técnicas especiales (ultrasonidos, R-X)
- Información sobre los procesos de inspección que necesitan drenaje y ventilación, mantenimiento de los tratamientos correctores y cómo volver a aplicarlos tras la inspección.
- Todos los datos sobre las sujeciones estructurales
- Lista de herramientas necesarias
- Las ICA's deben incluir una sección separada con cada sustitución obligatoria, intervalos de inspección y procesos de inspección estructurales.
- Resumiendo
  - Las ICA forman parte del certificado de tipo
  - El operador ha de mantener la aeronave continuamente aeronavegable
  - Por ello ha de realizar las operaciones de mantenimiento a que le obligue su autoridad aeronáutica.

### **Operación y Mantenimiento**

- La documentación en transporte aéreo está normalizada. El estándar recomendado en la industria es la especificación ATA 100.
- ATA 100 proporciona un sistema de numeración de amplio alcance para los sistemas del avión, que se clasifican así en capítulos.
- La operación de mantenimiento de una aeronave comienza en:
  - Certificado de tipo y de aeronavegabilidad
  - Programa de mantenimiento **aprobado**
  - En aviación civil se requiere cumplir con el JAR OPS
    - Un operador no podrá aprobar una aeronave salvo que ésta se declare apta para el servicio por una organización aprobada por JAR 145 (inspección pre-vuelo no necesita organización JAR 145)
    - JAR 145 regula:
      - Emisión de certificados de apto para el servicio
        - Instalaciones adecuadas
        - Personal cualificado

- Tipo de actividad para la que está emitiendo el certificado.
- Archivar los registros durante T≥2años
- Obligación de informar a la autoridad aeronáutica y la organización de diseño acerca de cualquier condición que se considere peligrosa encontrada al realizar el mantenimiento.
- Durante la vida operativa de la aeronave se realiza mantenimiento
  - En servicio (en rampa)
    - Tareas descritas en la inspección pre-vuelo y si se considera necesario, una inspección diaria
      - Inspección pre-vuelo: la que se lleva a cabo antes de cada vuelo para asegurar que el avión está listo para el servicio. No incluye rectificación de defectos. Es responsabilidad del operador.
        - Inspección “Walk-a-round” (detecta escapes de fluidos, desgastes, daños...)
        - Comprobación todas las compuertas cerradas
        - Comprobar todas las superficies están libres de hielo, nieve...
        - Presión de ruedas, frenos, pérdidas de hidráulico, amortiguadores
  - Fuera de servicio
    - Paradas de mantenimiento, de diferente duración
      - Mantenimiento menor
      - Mantenimiento mayor
- Si el vuelo es ETOPS las comprobaciones han de hacerse por personal certificado para operaciones ETOPS.
- Excepto la inspección pre-vuelo (definida por JAR-OPS) el resto de las tareas están basadas en criterios de cada operador.
- La realización de estas tareas requiere conocer y cumplimentar los procesos de los manuales de los fabricantes
- La valoración de una avería tiene como referencia el contenido de la lista de equipo mínimo.
- Los documentos que se manejan en el hangar son propios del centro de mantenimiento
- El registro de cumplimentación de cada tarea efectuada debe reflejar fecha, nº de ciclos de vuelo y FLH acumuladas por el avión y/o sus componentes en los que se haya realizado el trabajo-
- Salvo casos puntuales, la documentación que se utiliza para todas las tareas de mantenimiento no tiene por qué estar aprobadas –no como el

programa de mantenimiento-. Pero es la autoridad la que otorga el certificado al operador (JAR OPS) o a la organización que hace el mantenimiento (JAR 145) quien comprueba la calidad del trabajo y los procedimientos de estas organizaciones (= auditorias)

- Documentación
  - Tarjetas de trabajo
    - Los requerimientos incluidos en el programa de mantenimiento se cumplimentan mediante estas tarjetas
    - Las tareas deben estar descritas con suficiente precisión, para evitar malas interpretaciones.
    - Están adaptadas en función del centro de mantenimiento
      - Idioma
      - Formato
      - Nivel de detalle
      - Tipo de control que se utiliza (formas, códigos de barras...)
    - Debe figurar la especialidad a la que corresponde el trabajo (mecánica, aviónica...).
      - Los trabajos que se realizan requieren personal muy especializado => adecuada identificación de la especialidad que involucra el trabajo APRA asignar recursos.
      - Los trabajos de distintas especialidades se hacen en paralelo, salvo que se necesite asilar el avión (inspección por R X, por ejemplo)
    - El grado de detalle que muestra =F(familiaridad personal-producto a mantener, experiencia personal)... si la experiencia del personal es elevada las instrucciones detalladas se pueden sustituir por una referencia al manual correspondiente
    - Las tarjetas están enriquecidas con figuras aclaratorias, listas de chequeo, tablas de recogidas de datos
    - Imprescindible la trazabilidad: establecer la relación tarjeta de trabajo-programa de mantenimiento de forma sencilla
    - Indican la/s tarea/s del programa de mantenimiento que se cumplimentan realizando la tarjeta, la carga de trabajo que supone, y referencias a manuales del fabricante que permita revisar la tarjeta cuando sea necesario.

- Muchos datos de las tarjetas nos e pueden usar directamente, pero sirven para trazar los trabajos a realizar.
- No todas contienen procedimientos del programa de mantenimiento. Algunas recogen prácticas habituales de preparación del avión para ejecutar la parada que corresponde.
- Hay que disponer de las relaciones cruzadas para planificar adecuadamente el contenido de las paradas (intervalos, accesos, zonas...)
- Deben actualizarse respecto a los cambios del programa de mantenimiento (son la documentación básica para definir las tarjetas y se revisan y actualizan cada 3 o 4 meses).
  - Aparición de nuevos ítem
  - Modificación de los intervalos
  - Modificaciones en los tipos de tareas a aplicar para los ítem existentes.
  - Facilidad de actualización =F(forma en que estén definidas, el tipo de tarjeta)
- Los fabricantes proporcionan juegos completos de tarjetas que se utilizan en ocasiones como partida para confeccionar las tarjetas propias del operador y/o centro de mantenimiento.
  - Estas tarjetas intentan cumplimentar ítem a ítem de los contenidos en el MPD (programa de mantenimiento no particularizado) que define el fabricante. Por tanto no contiene los ítem propios de cada operador.
  - Según el fabricante serán: *Work Cards, Job Instruction Cards o Task Cards*
  - Todos los fabricantes ofrecen producir un programa de mantenimiento personalizado para cada operador.
- Boletines de servicio
  - La comunicación entre el fabricante y el operador se realizan según distintos tipos de documentación. Unos suelen ser meramente informativos (cartas) y otros contienen instrucciones sobre inspecciones o modificaciones que afectan a la flota (boletines)
  - La investigación de fallos o deficiencias junto con los datos obtenidos del poseedor del certificado de tipo, de ensayos y

análisis de sus aviones de prueba puede llevar a la conclusión de que hay que realizar acciones que permiten solventar el problema en los aviones que se ha dado o se puede dar la aparición de ese problema.

- Si estos cambios se realizan en la línea de producción = modificaciones
- Si se producen en aviones en servicio = boletines de servicio.
- Pueden incluir sólo la inspección (por una vez o de forma repetitiva) de un determinado elemento estructural para recoger información sobre este elemento y realizar alguna acción si se cumplen ciertas condiciones.
- No son exclusivos de los sistemas ATA estructurales, pueden afectar a cualquier sistema.
- En función de las conclusiones obtenidas, la autoridad aeronáutica que otorga el certificado de tipo puede calificar estas acciones de distintos modos, unas serán obligatorias y otras no:
  - Obligatorias se recogen en directivas de aeronavegabilidad emitidas por la autoridad aeronáutica que emite el certificado de tipo.
    - Pueden obligar a ser cubiertas una sola vez o a llevarse a cabo de forma repetitiva, pruebas funcionales, operativas, modificaciones estructurales, cambios de componentes o mezcla de ellas
    - El texto de una directiva de aeronavegabilidad contiene:
      - Aplicabilidad de la norma (números de serie o tipo de operación a los que afecta)
      - Acciones a realizar.
      - Fecha de efectividad (cuando entra en vigor)
      - Acciones terminantes (las que al hacerlas dejan cumplimentada totalmente la directiva)
  - Las acciones obligatorias para cada operador deben proceder de su autoridad aeronáutica.

Aunque muchas veces ésta hace suyas las que emite la autoridad que emite el certificado de tipo.

- Alerta (tienen muchas probabilidades de convertirse en un futuro a obligatorias)
- Normales: no son obligatorias. Tratan de resolver problemas operativos y/o económicos. Algunos fabricantes las clasifican en
  - Deseables
  - Opcionales
  - Recomendables

### **El programa de mantenimiento**

- Su objetivo es mantener de forma continuada aeronavegable un avión, y mantener los niveles de seguridad y fiabilidad de su estructura y equipos.
- Es el documento maestro del que el operador dispone en el que se recogen los trabajos del mantenimiento programado que permiten la aeronavegabilidad continuada
- Ha de ser aprobado por la autoridad que regula la operación
- Un programa de mantenimiento eficiente:
  - Debe mantener la aeronavegabilidad continuada
  - También debe permitir restaurar los niveles de seguridad y fiabilidad inherentes al diseño del equipamiento cuando se produzca deterioro del mismo.
  - Permitir obtener la información necesaria para valorar el diseño de aquellos componentes y partes cuyo nivel de fiabilidad demuestre ser inadecuado
  - Cumplir todos los objetivos con el menor coste posible (coste total = costes de mantenimiento programado + coste mantenimiento no programado, reparaciones)
- Regulación
  - JAR 21
    - obliga al poseedor del certificado de tipo a proporcionar al dueño / operador las ICA
  - JAR 23/25/27/29
    - detalla como son las ICA que debe proporcionar el poseedor del certificado de tipo
  - JAR OPS:
    - Obliga a los operadores a asegurar la aeronavegabilidad de sus aeronaves.
      - Inspecciones pre-vuelo
      - Operación de acuerdo al contenido MEL
      - Realización de programa de mantenimiento

- Realización de las Directivas de Aeronavegabilidad y modificaciones
- Análisis de la efectividad del programa de mantenimiento.
- En si mismo no puede enmendar las deficiencias en los niveles de seguridad y fiabilidad inherentes al diseño. Únicamente puede prevenir el deterioro de estos niveles, que si no son satisfactorios habrán de ser mejorados por un nuevo diseño o modificación.
- Es responsabilidad del operador.
- Para definir un programa de mantenimiento un operador tendrá en cuenta:
  - Hojas de certificado de tipo del avión
  - ICA's proporcionadas por el propietario del fabricante a través del MARBR y/o MPD
  - Sección del "Airworthiness Limitations" (ALS) incluidas en las ICA (Instructions for Continued Airworthiness)
  - Recomendaciones del fabricante del avión y del motor
  - Consideraciones particulares fruto de la experiencia.
  - Coste
  - Niveles de fiabilidad de despacho deseados
  - Tiempos de inmovilización del avión en tierra
  - Características de la operación
    - Utilización del avión
    - Modos especiales de operación (ETOPS)
    - Ambiente de operación.
  - Nivel deseado de comodidad para el pasajero
  - Criterios y directrices de la autoridad aeronáutica
  - Capacidades del operador
    - Tamaño de la flota
    - Experiencia con flotas similares
    - Instalaciones donde se realizará el mantenimiento.
    - Estructura y tamaño de la organización de mantenimiento
- El contenido del programa de mantenimiento se cumplimentará estrictamente en la forma y tiempo en cada uno de los aviones a los que se hace efectivo
- El programa de mantenimiento debe contener:
  - Tareas a cumplimentar
  - Zona en la que se debe trabajar
  - Intervalo repetitivo de las tareas a realizar
  - Referencias de cumplimentación
  - Efectividad
  - Umbral (si aplica)
- El programa de mantenimiento no es un documento de trabajo a pié del avión. Las tareas definidas se cumplimentan mediante tarjetas de trabajo.

- El programa de mantenimiento ideal es aquél cuyas tareas son eficaces y además en el que se han escalado los intervalos entre paradas de mantenimiento programado a un punto tal que se saca el máximo partido de la fiabilidad de la célula y componentes, sin comprometer la aeronavegabilidad.
- Los documentos que incluye el programa de mantenimiento:
  - Aprobación explícita
  - Registro de revisiones
  - Lista de páginas efectivas
  - Lista de tareas modificadas
  - Introducción al documento
    - Intervalos y límites de cumplimentación de las tareas
    - Política de imagen
    - Formato de presentación
    - Códigos utilizados
    - Lista de aviones, identificados por su número de serie, a los que es aplicable el documento.
  - Contenido del programa
    - Número de la tarea (identifica cada tarea de forma única)
    - Descripción de la tarea
    - Código de la tarea a realizar (de acuerdo con las claves dadas en la introducción)
    - Zona (indica la posición en la que va a cumplimentarse la tarea)
    - Accesos (identifican los recubrimientos, puertas o paneles de acceso a retirar para llevar a cabo la tarea)
      - Los paneles pueden variar de un operador a otro, dado las diferentes configuraciones de entrega o por las modificaciones incorporadas en la línea de producción.
    - Intervalo (valor máximo)
    - Umbral (marca la primera vez que ha de realizarse una tarea)
    - Origen: fuente, documento que ha originado la tarea.
    - Mano de obra: basado en datos del fabricante contiene valores del trabajo programado, sin tener en cuenta acciones correctoras.
    - Documentos de referencia: información relativa a documentos mediante los que se puede realizar la tarea o que tienen relación de causa o efecto con la tarea a realizar.
    - Efectividad
      - Aviones afectados por la tarea identificados por su número de serie o su código IPC.

- Si la efectividad depende del estado de cumplimentación de modificaciones en cada número de serie, se ha de indicar.
- Desde el punto de vista del operador, las tareas más importantes son las relacionadas con el transporte de pasajeros, así el Programa de mantenimiento debe incluir:
  - Tareas diseñadas para alcanzar niveles adecuados de calidad, funcionamiento y apariencia de los elementos que dan la “imagen” del avión o que influyen directamente en la comodidad del pasaje.
  - Para decidir si incluir estas tareas o no en el programa de mantenimiento y cuáles incluir, se evalúan los costes que produce frente al beneficio (económico y de imagen).
    - Algunas son muy costosas y requieren una parada larga del avión (decapado y pintura, por ejemplo).
    - Los times comerciales no afectan a la aeronavegabilidad, pero son el contacto más directo del pasajero con la compañía aérea
      - Limpieza
      - Butacas, alfombras, lavabos, cocinas
      - Sistemas de entretenimiento del pasajero
      - Iluminación en cabina
      - Exterior del avión (lavado parcial o total, pintura, marcas y lagos).
      - Interiores (paneles, cortinillas, ventanillas y persianas...)
    - Los distintos ambientes de operación afectan de forma distinta a las aeronaves
      - Rutas y bases en las que hay mayor presencia de agua salada, humedad, agentes químicos, polvo, ozono, nitratos y sulfatos... facilitan la corrosión
      - Las condiciones de operación también influyen en el engrase, estado de los filtros, limpieza, pintura exterior... que pueden llevar a poner intervalos más restrictivos a las tareas.
      - El tipo de carga transportada también influye
        - Pasajeros, carga o mixta
        - Carga de mercancía a granel, en vez de en contenedores
        - Transporte de animales.
      - Forma de operar:
        - Utilización del avión
          - En el desarrollo de las ICA el fabricante estima una utilización “tipo” del avión basada en horas de vuelo y ciclos de vuelo a realizar en un periodo de tiempo de 12 o 15 meses

- La utilización del avión afecta sobre todo a las revisiones estructurales (el número de tomas y despegues, ciclos de presurización, cargas en vuelo... afecta de forma distinta al inicio, y propagación de grietas).
- Si los intervalos están definidos en horas de vuelo
  - Si las rutas se cambian y el tiempo de vuelo entre dos puntos disminuye, el número de ciclos realizados entre 2 revisiones habrá aumentado
  - Si el avión vuela menos horas al día, el tiempo transcurrido entre revisiones aumenta, y puede afectar negativamente a las revisiones que tienen que ver con la corrosión
- Los aviones con baja utilización requieren programas específicos de mantenimiento, desarrollados en muchos casos por los fabricantes. (si no, lo tendrá que desarrollar el operador)
- El programa de mantenimiento se sigue aplicando a los aviones que estén estacionados.
  - No acumulan horas de vuelo ni ciclos, pero hay que cumplir con todas las tareas de corrosión y el resto de las tareas cuyo intervalo se haya alcanzado antes de volver a poner en vuelo el avión.
  - El fabricante proporciona procedimientos para conservar los aviones retirados del servicio. Éstos no forman parte del programa de mantenimiento.
- Modos especiales de operación (ETOPS)
  - ETOPS = Extended Twin Engine Operations (Extended Range Operations with Two Engines Airplanes)
  - Límite de 60 minutos al aeropuerto mas cercano volando con un solo motor. Los que deseen volar en rutas más alejadas deben cumplir ciertas condiciones
  - Límite extendido de 120 minutos
  - Límite extendido de 180
  - Proceso de aprobación ETOPS:
    - Cada extensión (120-180min) se obtiene por separado.
    - El poseedor del certificado de tipo debe obtener la aprobación para cada combinación célula-motor, demostrando que esta combinación, para cada

modelo, tiene suficiente fiabilidad como para que las operaciones ETOPS sean seguras

- El operador debe demostrar que:
  - Puede operar de forma segura en ETOPS
  - Puede mantener el avión en la configuración aprobada con un alto nivel de fiabilidad.
- La aprobación de operaciones ETOPS tiene que cumplir requisitos adicionales para incluir en el programa de operaciones y en el de mantenimiento. Cambios:
  - P. De mantenimiento ETOPS es un suplemento al programa de mantenimiento ya aprobado
  - Programa de formación adicional para el personal de mantenimiento
  - Programa de Fiabilidad ETOPS: suplemento al ya existente o creación de uno específico.
  - Manual ETOPS.

### **MRBR, MPD y el Programa de Mantenimiento.**

- Los programas de mantenimiento del operador se basan generalmente en el MRBR y/o en el MPD.
- El MRBR (Maintenance Review Board Report) es un documento que proporciona las tareas mínimas y sus intervalos que hacen que el avión sea aeronavegable de forma continuada.
- Se considera que cada operador se basará en el MRBR para crear su propio programa de mantenimiento.
- ES UN DOCUMENTO APROBADO POR LA AUTORIDAD AERONÁUTICA QUE EMITE EL CERTIFICADO DE TIPO, que a su vez propone a otras autoridades su aprobación.
- La introducción al MRBR incluye los datos que se han considerado como típicos en la operación del avión
  - Número de horas de vuelo en un cierto tiempo
  - Rango de horas de vuelo en un cierto periodo de tiempo.
  - Número de horas / ciclo de vuelo
- Contempla la posibilidad de un ajuste –de acuerdo con la autoridad del operador- en las tareas para operaciones que se realicen con valores distintos a los valores tipo dados.
- Incluye las siguientes partes:
  - Programa de sistemas y plantas de potencia
  - Programa de estructuras
  - Programa zonal

- Sección que recoge los requerimientos específicos de otras autoridades aeronáuticas para operadores que operan bajo su jurisdicción.
- El JAR OPS dice que el programa de mantenimiento debería basarse en el MRBR si se dispone de él. Evolución:
  - En las primeras etapas de la aviación cada operador generaba sus propios programas
  - La industrialización del sector llevó a que los fabricante generaran programas de mantenimiento en base a sus cálculos y conocimiento del diseño
  - En la actualidad fabricante, operador y autoridades aeronáuticas colaboran y trabajan juntos para definir los requisitos mínimos iniciales de mantenimiento.
  - Resultado de esto => MRBR
  - Así el programa de mantenimiento que aplica cada operador es el resultado de cumplir con una regulación que afecta a fabricantes y operadores y de la utilización de lógicas que permiten definir las tareas mínimas con mayor precisión.
- Inicios
  - El fabricante desarrollaba programas con ayuda de mecánicos experimentados
  - El concepto básico de mantenimiento empleado es el de HARD TIME. Esto se basa en que cada elemento al que se aplica este concepto debe ser retirado del avión antes de un momento dado, para evitar su fallo. Por tanto se desmonta del avión, se le somete a un “overhaul” o se desecha, de forma que se restauran las condiciones iniciales de diseño por un periodo más.
  - En los años 30 la FAA publica la primera norma que obliga a los operadores a disponer de instalaciones, equipo y personal para mantener los aviones, y sustitución de motores cada 3000FLH
  - El mantenimiento trata de evitar el fallo del componente.
- Nuevos conceptos
  - Basándose en la experiencia los intervalos de HARD TIME se aplican a componentes específicos (trenes, por ejemplo)
  - El nuevo concepto de mantenimiento es ON CONDITION, es decir, determinar si un elemento puede permanecer en servicio o deben tomarse acciones correctivas (reparación) después de inspeccionar y comprobar el elemento.
  - La experiencia con programas de fiabilidad introdujo un concepto adicional: CONDITION MONITORING. Establece que no es necesario establecer un mantenimiento preventivo para un ítem, si no que se permite que su fallo ocurra. Así el ítem permanece e activo hasta que falla, y su seguimiento se hace con el programa de fiabilidad del operador.
  - La experiencia llevó a la conclusión de que un programa de mantenimiento ha de generarse siguiendo unos procesos de análisis y decisión lógicos.
- Lógicas de definición de tareas: MSG-1, MSG-2, MSG-3

- MSG-1 (Maintenance Steering Group-Fisrt Task Force)
  - En 1968 la definición, diseño y construcción del B747 se hizo con representantes de líneas aéreas que desarrollaron con el fabricante el manual “Maintenance Evaluation and Program Development” que incluía lógicas de decisión y procedimientos procedentes de las reuniones con las líneas aéreas para obtener las tareas de mantenimiento programado.
  - Se decidió que la experiencia obtenida se debería aplicar para actualizar la propia lógica y hacer que el documento se pudiera universalizar, para todos los tipos de aviones.
  - Sirve, por tanto para dotar a la industria de una herramienta que permite deducir las tareas aplicables que mantienen al avión continuamente aeronavegable.
- MSG-2
  - La adecuación de la lógica MSG-1 para aplicar lo ahí obtenido se convierte en MSG-2 “Airline/Manufacturer Maintenance Planning Document”.
  - La lógica MSG-2 es la utilizada para desarrollar los programas de mantenimiento de los aviones de los ’70: DC-10, L1011...
  - El diagrama lógico para definir las tareas de mantenimiento se refina para asegurar la máxima seguridad y fiabilidad.
  - Incorpora por primera vez el concepto de SI = significant item y el proceso de mantenimiento conocido como “condition monitoring”
  - Se basa en la teoría de que todo el avión y sus componentes llegan a un punto en el que deben ser restaurados a su estado original (“overhaul”).
  - Utiliza 3 procesos de mantenimiento.
    - HARD TIME (HT)
    - ON CONDITION (OC)
    - CONDITION MONITORING (CM)
    - Del análisis realizado se determinan tareas HT (rehabilitación, eliminación),, OC (servicio, inspección, prueba, calibración, sustitución) y si el análisis no producía tareas de mantenimiento programado se asignaba a CM.
  - Como mejora de la lógica MSG-2 la AEA (Association of European Airlines) desarrolla el SMSG (European Maintenance System Guide). Cuya novedad principal es un mejor análisis del comportamiento de las estructuras. Incluye el concepto de análisis zonal. Con él se desarrollaron el A300 y el Concorde.
- MSG-3
  - Diez años de publicar la lógica anterior, un grupo de ATA revisa la MSG-2 e identifica puntos mejorables. Entre ellos el rigor de la lógica de decisión. La

forma de distinguir entre seguridad y coste, y un tratamiento adecuado de los fallos ocultos.

- También influyeron
  - Desarrollo de nueva generación de aviones: A310, A320, B767, B777)
  - Las nuevas regulaciones que tuvieron un efecto en los programas de mantenimiento existentes y que mostraron la necesidad de tener en cuenta sus requerimientos en los procedimientos MSG
  - Alto precio del combustible y de los materiales, que evidenciaron la necesidad de identificar y seleccionar únicamente tareas que garantizaran el nivel de diseño en seguridad y fiabilidad.
- Participaron en su realización FAA (USA), CAA (UK), AEA, fabricantes europeos y estadounidenses de aviones y motores, líneas aéreas y la marina de los Estados Unidos de América.
- Principales mejoras:
  - Programa de Sistemas y planta de potencia
    - Sección que proporciona las tareas y frecuencias aplicables a todos los sistemas incluyendo las plantas motrices y las APU
    - Cada una de las tareas incluidas en el documento se define para aplicar a un MSI.
    - El fallo funcional se determina por la consecuencia del fallo y se le asignan dos tipos de categorías
      - Seguridad
      - Coste
    - Se determinan subcategorías en función de si el fallo es evidente u oculto para la tripulación.
    - Se confecciona una lista de MSI (Maintenance Significant Item) a los que hay que asociar una tarea y su frecuencia de cumplimiento. Así se evita seleccionar como MSI partes cuyo fallo no tuviera consecuencias significativas. MSI es todo aquello que
      - Podría afectar a la seguridad (en vuelo o en tierra)
      - No se puede detectar durante la operación del avión
      - Podría tener un impacto operativo significativo
      - Podría tener un impacto económico significativo.
    - Para poder fijar tareas aplicables a cada MSI seleccionado se preparó una secuencia de preguntas de forma que la tarea resultante (si era eficaz en evitar el fallo) fuera la más sencilla de realizar. En caso contrario se va descendiendo en la

secuencia de preguntas de forma que en el último caso sea necesario volver a diseñar el elemento, parte del sistema, sistema... que se está analizando.

- MSG-3 (al contrario que MSG-2) es un proceso orientado a definir las tareas a realizar en el que el análisis se hace de arriba abajo, estudiando la consecuencia del fallo.
- La utilización del concepto “task oriented process” permite tener una visión del mantenimiento programado inicial aplicable a un ítem.
- Servicio/lubricación se incluyeron en el diagrama lógico para asegurar que este tipo de tarea fuera considerada, cada vez que se realizaba un análisis, como primera solución a tener en cuenta.
- Programa de Estructuras
  - Para realizar la lógica de decisión de la parte estructural se asignó la responsabilidad de desarrollar la categorización de los fallos posibles al fabricante correspondiente con la aprobación del ISC (Industry Steering Comitee)
  - La lógica en esta parte evolucionó de manera que fuera posible establecer más directamente el proceso de deterioro para cada SSI.
  - Los elementos a estudiar se clasifican en
    - Significativos (SSI)
    - Otros
  - Todo fallo funcional es de seguridad en esta parte
  - Se incluye rutinariamente en la lógica aplicable a esta parte estructural todas las consideraciones de fatiga, corrosión, daño accidental, comprobación geriátrica y otras.
- Programa Zonal
  - Se agrupan todos los elementos que no se han clasificado como MSI o SSI.
  - En esta zona se incluyen inspecciones generales visuales para cada zona del avión con el propósito de comprobar que todas las instalaciones de sistemas plantas de potencia así como la estructura están en condiciones adecuadas y seguras
  - El contenido de las inspecciones es:

- Partes visibles de la estructura para comprobar grietas, pérdidas, corrosión, aplastamiento y condición general de las sujeciones.
- Adecuada fijación y condición de seguridad de tuberías, poleas, cables, cableados...
- Condición general de paneles, carenados u otros elementos que se hayan abierto o desmontado para ganar accesibilidad.
- Es una inspección que se define con la profundidad que permita la observación desde lo que alcanza un brazo
- La extensión de la inspección viene dada por:
  - Numero de zona
  - Descripción de la zona
  - Intervalos
  - Requisitos de acceso
- Algunas zonas requieren más de una inspección con intervalos diferentes por requerir diferentes niveles de accesibilidad.
- La lógica MSG-3 está orientada a obtener tareas aplicables, no procesos de mantenimiento aplicables –como MSG-2-. Esto elimina la confusión generada por las varias interpretaciones que podían suscitar sobre HT, OC y CM.
- MSI
  - Las tareas que pueden afectar a un MSI son
    - Lubricación
    - Servicio (acciones cuyo propósito es mantener las capacidades de diseño inherentes al elemento)
    - Prueba operativa (tarea para conocer si hay un fallo o no, sin que requieran tolerancias cuantitativas.
    - Prueba funcional (prueba cuantitativa para determinar si las funciones del MSI se realizan dentro de unos límites especificados)
    - Desechar (eliminar un elemento que alcanza su vida límite.
    - Rehabilitación, restauración (trabajo para devolver a un elemento sus condiciones iniciales, puede variar entre la limpieza, la sustitución o un overhaul)
    - Inspección (examen de un elemento por comparación con un nivel específico requerido)

- Comprobación visual (observación que tiene como objetivo determinar si un elemento cumple con el propósito que se pretende. No requiere tolerancias cuantitativas)
- Frecuencia y umbrales
  - Las frecuencias se muestran vienen expresadas en:
    - Intervalos de letra (A, C y múltiplos)
    - Tiempo de calendario, FLH o ciclos.
    - El que marque la autoridad del operador.
    - El que recomiende el fabricante del elemento.
- Código por efecto de fallo
  - Asigna a cada tarea definida el código correspondiente dependiendo de la consecuencia del fallo que se estudia
    - Efectos evidentes para la tripulación y que puedan tener repercusión en la seguridad, en la operación o suponga un impacto económico.
    - Efectos ocultos para la tripulación y que puedan tener repercusión en la seguridad, en la operación o tengan impacto económico.
- SSI (Structural Significant Item <= Programa estructural)
  - SSI = todo elemento o conjunto que contribuye significativamente a soportar cargas de vuelo, de tierra, de presión o de control, cuyo fallo podría afectar a la integridad estructural de la aeronave.
  - Según el proceso de análisis, se definen varios niveles de inspección. Se usa el nivel más bajo que sea compatible con el tipo de daño y su crecimiento estimado.
  - Niveles de inspección
    - Inspección visual: examen visual que detectará condiciones no satisfactorias. Puede requerir desmontar accesos, abrir puertas o la utilización de escaleras y andamios
    - Inspección detallada: examen visual exhaustivo (iluminación, lupas, espejos, limpieza de superficie...)
    - Inspección especial detallada: examen exhaustivo de una zona específica, similar a ala inspección detallada, excepto por poder requerir la utilización de ensayos no destructivos.
- Algunos SSI no son aplicables a toda la flota y pasan a formar parte del programa de muestreo
  - Se aplica a un % de aviones de cada operador (20% típico) de entre los aviones con mayor edad desde el momento de la entrega)

- En caso de encontrar daños, cada operador toma acciones correctoras adecuadas, incluidos cambios de efectividad, cambios de frecuencias... al 100% de la flota.
- Frecuencias y umbrales
  - Vienen expresadas en
    - Ciclos de vuelo
    - Horas de vuelo o ciclos de vuelo (lo que antes suceda)
    - Tiempo de calendario (años, generalmente)
- Toda estructura no contemplada como SSI se considera “otra estructura” y se controla mediante el *Programa Zonal*
- Tipos de fallos
  - Medio-ambiental: depende principalmente del tiempo de calendario, por ello sus frecuencias y umbrales se miden en tiempo. Manifestación: la corrosión
  - Accidental: daños menores que pueden causar daños por fatiga y/o corrosión, y pueden propagarse de forma poco observable. Ciclos de vuelo, tiempo de calendario o el que antes se cumpla.
  - Fatiga: el inicio del daño y su propagación depende de la variación de cargas que se realiza en cada vuelo. Ciclos de vuelo, aunque si hay SSI sensibles a la duración del vuelo, también se añaden límites por FLH.
- MSG-3 revisión 1
  - En 1987 se decide utilizar la experiencia obtenida con varias aeronaves y plantas motrices para mejorar el documento.
    - Se eliminaron algunos tipos de taras
    - Se añadieron aclaraciones a definiciones existentes en la lógica
- MSG-3 revisión 2
  - En 1993 se incorporan nuevos cambios
    - Proporcionar guías en el desarrollo de programas de control y prevención de la corrosión.
    - Revisar definiciones de tareas de inspección.
    - Introducir procedimientos para determinar los requerimientos adecuados de mantenimiento programado para estructuras de materiales compuestos
    - Proporcionar las guías necesarias para seleccionar las tareas e intervalos más adecuados a la consecución del objetivo de cumplir con los requerimientos del certificado de tipo.

- Con los cambios introducidos se tienen diagramas lógicos para contemplar los procesos de evaluación de un programa de prevención y control de la corrosión en cada zona y para cada SSI seleccionado.
- Se consideran causas de daño en las estructuras no metálicas
- Con todo lo anterior se sugiere la confección de un manual de procedimientos, a aprobar por el ISC, para trabajar.
- MSG-3 revisión del 2001
  - Cambios más significativos:
    - Añade requerimientos de distancia en la definición de inspección visual
    - Añade más términos útiles al glosario
    - Añade una sección para analizar el efecto de los rayos y los campos radiantes de alta intensidad.
    - Corrige algunos puntos de la terminología.
  - Resumen del objetivo de la lógica MSG3
    - Presentar un medio de desarrollo de tareas de mantenimiento programado y de sus intervalos que resulten aceptables por las autoridades, los operadores y los fabricantes
    - Por ello se realiza en colaboración con especialistas de operadores, fabricantes y la autoridad aeronáutica del país del poseedor del certificado de tipo.
    - El documento MSG-3 marca los procedimientos de decisión de la organización general para fijar los requerimientos de mantenimiento programado proyectados inicialmente para toda la vida del avión y de su planta motriz.
- El MPD (Maintenance Planning Document) es un documento que genera el fabricante sin necesidad de que su contenido sea aprobado explícitamente por la autoridad que otorga el certificado de tipo.
  - Su propósito es facilitar la confección del programa de mantenimiento del operador, ampliando los detalles de cada tarea, dar detalles de zonas, accesos...
  - Incluye en su contenido los requerimientos mínimos de mantenimiento contenidos en el MRBR, los detalles anteriormente mencionados... pero también las tareas que han surgido como consecuencia de los problemas operativos de la flota mundial.

### ***Proceso de Análisis (Obtención de Tareas)***

- El proceso de obtención de tareas que constituirá el MRBR implica la existencia de:
  - MRB Maintenance Review Board

- Está formado por representantes de la autoridad aeronáutica que va a otorgar el certificado de tipo (además pueden participar otras autoridades)
- Es el responsable de revisar la Propuesta de Programa de Mantenimiento (MRP) para que el MRBR como documento aprobado sea considerado programa de mantenimiento mínimo
- Proporciona guía a los ISC y WC en lo que se refiere a la aplicación de los procedimientos. Aconsejará soluciones para evitar problemas durante el proceso de aprobación del MRBR.
- ISC Industry Steering Committee
  - Formado por representantes de los operadores, fabricantes del avión, motor, APU y componentes principales. También consejeros de la autoridad aeronáutica reguladora. Preside un representante de los operadores y co-preside un representante del fabricante del avión.
  - Establece los procedimientos a seguir durante el proceso de definición del MRP y coordina el trabajo de los WC.
  - Presenta el MRP al MRB
- WC's Working Groups
  - Compuestos por representantes de los operadores y de los fabricantes. Son especialistas en cada una de las materias que se discuten en los distintos WC. Asisten miembros del ISC y del MRB como consejeros. El presidente es un representante de los operadores, con la co-presidencia de un representante del fabricante del avión.
  - Realizan un estudio de cada MSI y SSI definidos, determinan las tareas de mantenimiento más convenientes y las envían al ISC
  - El número de WC queda definido en los procedimientos (PPH) establecidos por el ISC
- El proceso MSG-3 está dividido actualmente en cuatro secciones: Sistemas y plantas de potencia, estructuras, inspecciones zonales, rayos y fuentes radiantes de alta intensidad.
  - Sistemas y plantas de potencia (incluyendo componentes y APU)
    - Para determinar las tareas e intervalos de mantenimiento programado a los sistemas y plantas motrices se sigue un diagrama de lógica progresivo (similar a los diagramas de flujo utilizados en programación)
    - La lógica es la base de una técnica de evaluación aplicada a cada sistema, subsistema, módulo, componente... que se defina como MSI, utilizando los datos técnicos que se dispongan.
    - Lo primero es identificar los MSI siguiendo un proceso conservativo de análisis de consecuencia de fallos
      - MSI es todo aquello cuyo fallo
        - Puede afectar a la seguridad

- Puede no ser detectado durante las operaciones
  - Podría tener un impacto operativo significativo
  - Podría tener un impacto económico significativo
- El fabricante prepara la lista inicial de MSI y se la pasa al ISC para que la distribuya entre los distintos WC
- Una vez seleccionados los MSI hay que identificar para cada uno de ellos:
  - Función o funciones (acciones normales que caracterizan a un ítem)
  - Fallo o fallos funcionales (cómo falla un ítem al realizar su función)
  - Efecto/s del fallo o fallos (cuál es el resultado del fallo)
  - Causas que pueden producir el/los fallo/s (porqué ocurre el fallo)
- Definir algunos fallos funcionales puede suponer una comprensión detallada de los principios de diseño del sistema
- Antes de aplicar un diagrama lógico se completa una hoja sobre el ítem
  - Identificación del MSI
  - Su función, fallo funcional, efecto y causa del mismo
  - Referencia al capítulo ATA que le corresponde, funciones ocultas y aplicabilidad a la flota.
  - Identificación del fabricante (Part Number)
  - Descripción del ítem
- Al diagrama lógico se entra por su parte superior y se plantean una serie de preguntas con respuestas “SI” o “NO”, que marcan el camino a recorrer por el diagrama.
- La lógica de decisión tiene dos niveles
  - Nivel 1: requiere la evaluación de cada fallo funcional para determinar la categoría a la que pertenece el fallo
  - Nivel 2: tiene en cuenta las causas del fallo para seleccionar una o varias tareas a aplicar.
    - Cuando se trate de evaluar fallos de seguridad, evidentes u ocultos, hay que realizar la siguiente pregunta, sea cual sea la respuesta. En los demás casos, un “SI” permite salir del árbol.
- Pregunta 1 “¿el fallo es evidente para la tripulación?”
  - Determina si la tripulación (personal de cabina de mando y de pasajeros) puede detectar el fallo durante una operación normal. Un “SÍ” lleva a la pregunta 2, un “NO” a la 3
- Pregunta 2 “¿el fallo afecta directamente a la seguridad de operación?”
  - Determina si el fallo es extremadamente peligroso para pasajeros y tripulación. Un “SÍ” indica que es un fallo de la categoría “Efectos en

la Seguridad”, un “NO” lo clasifica como económico u operativo y se pasa a la pregunta 4

- Pregunta 3 “¿la combinación de éste fallo oculto con otro tiene un efecto adverso para la seguridad?”
  - Tiene en cuenta aquellos fallos ocultos, no evidentes para la tripulación, que sin embargo pudieran tener un efecto adverso en la seguridad de la operación, en combinación con otro fallo
- Pregunta 4 “¿el fallo tiene un efecto adverso en la capacidad operativa del avión?”
  - Determina si el fallo funcional requerirá imponer restricciones de operación o correcciones para ser “despachado” o si requerirá de procedimientos de emergencia.
- Clasificación de los fallos (según las respuestas a las preguntas, se clasifican los fallos como):
  - Categoría 5: fallo de seguridad evidente
  - Categoría 6: fallo operativo evidente
  - Categoría 7: fallo económico evidente
  - Categoría 8: fallo de seguridad oculto
  - Categoría 9: fallo no de seguridad oculto
- CMR: tarea de mantenimiento obligatoria de intervalo fijo que se establece durante el proceso de certificación de diseño de la aeronave como una limitación operativa al certificado de tipo.
  - Son el resultado de un análisis numérico que se realiza para mostrar que se cumple con los requisitos establecidos por la regulación sobre fallos catastróficos y peligrosos.
  - Su intención es detectar fallos ocultos significativos, que en combinación con otros podría llevar a una situación de fallo catastrófico o peligroso
  - Son tareas para determinar si un determinado fallo ha ocurrido o no. Por ello no proporciona ninguna acción de mantenimiento correctivo. Los CMR colocan a cero el reloj de contabilizar fallos mediante la comprobación de que el fallo no ha ocurrido o causan la reparación del fallo si éste ha ocurrido.
  - Dado que el tiempo de exposición al fallo oculto es un elemento clave en los cálculos utilizados e los análisis de seguridad utilizados para mostrar que se cumple el contenido de la normativa JAR/FAR 25.1309, si se limita el tiempo de exposición al fallo habrá un efecto significativo en la probabilidad de fallo del sistema

- El proceso de determinación de los CMR no es igual a la definición de tareas del MRBR
  - Mientras que el análisis MSG-3 da tareas que se realizan por razones de seguridad, operativas o económicas, con carácter preventivo –antes de que el fallo ocurra-, los CMR son para localizar fallos que ya se han producido. Solo se aplica a sistemas, ¡no a estructuras! NO CONFUNDI LOS MR CON INSPECCIONES ESTRUCTURALES DESARROLLADAS PARA CUBRIR LOS REQUISITOS DE TOLERANCIA AL DAÑO.
- No sirven para establecer márgenes adicionales de seguridad o para resolver problemas que aparezcan en las últimas etapas del proceso de aprobación del diseño.
- Una vez definidos los candidatos a CMR se pueden clasificar como
  - CMR\* aquellos que son obligatorios, su frecuencia de cumplimiento no puede ser modificada, no pueden ser escalados ni borrados, sin la aprobación de la autoridad aeronáutica que otorga el certificado de tipo.
  - CMR\*\* el intervalo de tarea puede ser escalonado por el operador con la aprobación de su autoridad aeronáutica, pero la tarea no puede ser cambiada o eliminada sin la aprobación de la autoridad que otorga el certificado de tipo.
- Los CMR están recogidos en un documento propio del que se da la referencia en la hoja de datos del certificado de tipo. Además se incluye como apéndice en el MRBR.
- Efectos negativos del CMR para un operador
  - Aumenten el coste de mantenimiento
    - Tareas fuera de secuencia respecto a las del mantenimiento programado
    - Complican la planificación del mantenimiento
    - Requieren un control estricto y guardar documentación adicional
  - Pueden suponer paradas especiales del avión para cumplimentarlos
    - Como consecuencia trae la pérdida de ingresos y la complicación de la planificación de vuelos.
- Cambios a CMR posteriores a Certificación
  - Deben ser aprobados por la autoridad aeronáutica que emite el certificado de tipo.

- La escalación o cambios de tarea de CMR\* son posibles únicamente si la experiencia con la flota mundial en servicio indica que los niveles de fallo de los componentes del sistema eran conservativos, y un nuevo cálculo de la fiabilidad del sistema con los parámetros revisados indica que el cambio es posible
- La modificación de un CMR provoca
  - Un cambio en el documento CMR que es aprobado por la autoridad, si las condiciones se relajan
  - La emisión de una directiva de aeronavegabilidad si se hacen más restrictivos
- Después de la certificación, únicamente se pueden añadir nuevos CMR en base a la certificación de cambios en el diseño.
- Estructuras
  - La estructura de un avión está compuesta por todos los elementos que soportan y transmiten las cargas (alas, fuselaje, empenaje, anclajes del motor, tren de aterrizaje, superficies de control, puntos de anclaje...).
  - Los elementos de la estructura se clasifican de acuerdo con las consecuencias que producen si fallan:
    - SSI: es cualquier detalle, elemento o conjunto que contribuye significativamente a soportar cargas (de vuelo, tierra, presión o control) y cuyo fallo podría afectar a la integridad estructural necesaria para la seguridad del avión.
    - Otra estructura: toda aquella que no sea SSI
  - Las dos formas actuales de conseguir estructuras seguras son
    - Estructura tolerante al daño: puede sufrir deterioro y el resto de los elementos estructurales ser capaces de soportar cargas razonables sin fallar o sufrir una excesiva deformación hasta que el daño es detectado
    - Estructuras a vida segura: todas las que no se pueden clasificar como tolerantes al daño (p Ej. Los trenes de aterrizaje)
  - Según la JAR una evaluación de una estructura en cuanto a fatiga y tolerancia al daño exige una evaluación de la resistencia, diseño detallado y fabricación de la estructura debe demostrar que un fallo catastrófico debido a fatiga, corrosión, defectos de fabricación o daño accidental será evitado a lo largo de toda la vida operativa del avión.

- Como anexo al MRBR se incluyen la Sección de Límites a la Aeronavegabilidad (ALS- airworthiness limitations section) que contiene todos los
  - Límites para sustituir ciertos elementos estructurales (los diseñados a vida segura)
  - Intervalos y tareas de ciertas inspecciones estructurales
- La evaluación a realizar debe incluir
  - Espectro típico de cargas, temperatura y humedad que se estiman para el avión en servicio
  - Identificación de los Elementos Estructurales Principales (PSE – principal structural element) y puntos de diseño cuyo fallo pudiera causar un fallo catastrófico en el avión.
    - PSE es todo elemento que contribuye de forma significativa a soportar fuerzas en vuelo, tierra o presurización y cuya integridad es esencial para la integridad estructural del avión (es distinto a SSI, en PSE el fallo *puede* ser catastrófico, en SSI el fallo *es* catastrófico)
  - De acuerdo con la norma JAR, los PSE clasificados como “a vida segura” deben demostrar mediante análisis y pruebas que la estructura es capaz de soportar las cargas repetitivas y variables, en la magnitud que se estime que se producirá durante la vida operativa, sin que aparezcan grietas detectables.
  - Para los PSE clasificados como tolerantes al daño hay que realizar
    - Evaluación de resistencia residual. Se determina el tamaño de grieta máximo (grieta crítica) con el que la estructura puede soportar aún las cargas últimas
    - Análisis de crecimiento de grieta. Se determina el ritmo de crecimiento de la grieta, desde que ésta e puede detectar hasta que alcanza el tamaño crítico.
  - El daño debe ser detectado y reparado antes de que la resistencia residual caiga por debajo del nivel de las cargas límites (recuerda... cargas últimas > cargas límites >>cargas operacionales normales )
- De los análisis correspondientes resultan las inspecciones estructurales (con su umbral e intervalo repetitivo) contenidas en las Airworthiness Limitation Items (ALI) y la relación de elementos con vida limitada (LLP – Limited Life Elements).
- Fuentes del daño
  - Daño accidental (AD – Accidental Damage): se caracteriza por la ocurrencia de un evento aleatorio que puede reducir el nivel de

resistencia residual. Ejemplo: Equipos de manipulación de carga, objetos extraños, erosión a causa de la lluvia, relámpagos, suciedad de la pista... errores humanos en la fabricación, operación o mantenimiento de la aeronave. Los grandes daños como los causados por la ingestión o golpe con pájaros, colisiones con equipos de tierra... son rápidamente detectables y no se tienen en cuenta en este tipo de análisis.

- Daño medio-ambiental (ED – Environmental Damage) se caracteriza por un deterioro estructural resultado de interacciones químicas con el clima y/o entorno. El planteamiento trata de cubrir la corrosión de elementos metálicos y el deterioro de los no metálicos.
- Daño por fatiga (FD – Fatigue Damage). Se caracteriza por el inicio de grietas debido a cargas cíclicas y su propagación posterior. Es un proceso acumulativo en relación con el uso del avión.
- Desarrollo del proceso
  - La valoración de la estructura para seleccionar las tareas de mantenimiento más adecuada debe incluir
    - Las posibles causas del deterioro estructural
    - La susceptibilidad de la estructura a recibir daño, según el origen de éste
    - Las consecuencias del deterioro estructural para la aeronavegabilidad
      - Efecto en el avión (pérdida de función o reducción de la resistencia residual)
      - Daño por fatiga en uno o varios elementos
      - Efecto en vuelo de una posible interacción de un daño estructural con elementos de sistemas o de la planta motora
        - Pérdidas en vuelo de elementos estructurales
    - Aplicabilidad y efectividad de varios métodos de prevenir, controlar o detectar deterioro estructural, teniendo en cuenta umbrales e intervalos repetitivos de las inspecciones
  - El mantenimiento estructural incluye toda la estructura del avión, dividida en áreas e ítem por el fabricante, que clasifica los ítem como SSI o no en función de las consecuencias sobre la seguridad que traiga su fallo
  - Los ítem clasificados como “otra estructura” (no SSI) se comparan con otros de otros aviones existentes (experiencia previa)

- Las recomendaciones para ítem semejantes se realiza por el grupo de trabajo que estudia el Programa Zonal
- Por el fabricante en caso de ítem de nuevo diseño o materiales
- La clasificación en “tolerante al daño” o “a vida segura” de los ítem la realiza el fabricante.
- La clasificación por Daño Accidental incluye
  - Susceptibilidad a daño menor (no obvio) basado en la frecuencia de exposición al daño y lo expuesto o no que esté el ítem a ese tipo daño.
  - Resistencia residual después de que se haya producido el daño, basado en la comparación entre el tamaño del daño detectado y el que resulta ser crítico para el SSI
  - La detección del daño una vez producido (momento de detección) basado en el crecimiento y en la visibilidad del daño mediante una inspección del SSI. Se tiene en cuenta la interacción del crecimiento del daño con el entorno.
  - Ningún SSI susceptible de daño accidental está sometido a programas de muestreo.
- La clasificación por Daño Medio Ambiental incluye
  - La susceptibilidad a la corrosión se basa en la exposición probable a un medio adverso y la adecuación de sistemas de protección. Entre ellos:
    - Condensación en la cabina, derrames en lavabos y cocinas...
    - Contacto entre materiales que pueden formar pares galvánicos.
    - Rotura o deterioro de la protección (pintura, compuestos inhibidores, imprimaciones, sellantes...)
  - La detección del daño una vez producido (momento de detección) se basa en el crecimiento y en la visibilidad del daño mediante inspección del SSI.
  - En el proceso de análisis por daño medio-ambiental la necesidad de definir un umbral o no la marca la clasificación de la corrosión, sistemática o aleatoria.
  - La consolidación del análisis medio-ambiental se realiza comparando el resultado obtenido con la necesidad de controlar la corrosión a nivel 1 o inferior.
- La Clasificación por Daño de Fatiga

- Debe estar orientado a determinar inspecciones que permitan detectar el daño en la flota antes de que se reduzca la resistencia residual por debajo de los niveles permitidos. Se considera:
  - La resistencia residual, incluidos los efectos de daños múltiples por fatiga (varios elementos o ubicaciones)
  - La tasa de crecimiento de grieta
  - El periodo de detección de daño que corresponda con el intervalo para el daño por fatiga, desde el momento en que se detecta hasta que es crítico. El intervalo =  $F(\text{método detección})$
- En el análisis de daño por fatiga lo 1º que intentaremos determinar es la longitud de grieta detectable básica.
  - Esta medida se ve afectado por el espesor del material (a más espesor más difícil es de detectar) y la zona en la que se produce (factor de borde). La longitud se multiplica por una constante para obtener la longitud de grieta visible que no tiene en cuenta que haya grietas ocultas, y son 0'5, 1, 1'25, 1'5 según si es una grieta de borde o en espesores “ $e < 5\text{mm}$ ”, “ $5 < e < 10\text{mm}$ ” o “ $e > 10\text{mm}$ ”.
  - Para esto se utilizan las dimensiones asociables a las posibles zonas ocultas
  - Ésta será la longitud de la grieta detectable
  - El umbral se obtendrá de la relación matemática entre la vida media a fatiga y un factor de dispersión de fatiga a determinar por el fabricante.
  - El intervalo repetitivo se determina como la relación entre el tiempo de propagación de la grieta y el factor de dispersión de propagación que determine el fabricante.
- Inspecciones zonales
  - El proceso de análisis zonal requiere una completa comprobación de cada zona del avión y se realiza normalmente cuando están concluyendo los análisis de sistemas y plantas de potencia y el análisis estructural.
  - El proceso de análisis zonal ha evolucionado de manera que además de fijar las inspecciones zonales (tarea a realizar y frecuencia con la que se debe efectuar dicha tarea) permite dar una atención adecuada a las instalaciones de cableado eléctrico.

- Se persigue proporcionar un medio para identificar tareas aplicables y efectivas para minimizar la contaminación (suciedad) y la adecuada condición de la zona, y al mismo tiempo identificar posibles discrepancias en la instalación de cableado eléctrico, que no pudieran detectarse con inspecciones zonales.
- Éste análisis realizado con MSG-3, de “arriba abajo”, permite evaluar muchos elementos “de apoyo” –conducciones de fluidos, cableado...- por su posible contribución a un fallo funcional.
- La inspección zonal es un método apropiado en todo aquellos casos en los que se requiera una inspección general visual para valorar la degradación de un área.
- En esta parte, para proceder a la determinación de las tareas a aplicar y sus frecuencias, se divide el avión de acuerdo con el ATA SPEC 2200 (antiguamente ATA 100)
- Procedimiento
  - Para cada zona se prepara una hoja de datos del tipo
    - Ubicación de la zona y accesos
    - Tamaño aproximado (volumen)
    - Tipo de sistemas y componentes instalados en la zona
    - Niveles típicos de potencia energética en cualquier mazo de cables situado en la zona
    - Características específicas de la protección L/HIRF
    - Estimación de la presencia de material inflamable, tanto por contaminación (suciedad/restos) como por diseño (vapor de combustible en los tanques, por ejemplo)
  - Es necesario proporcionar datos que valoren la zona a estudio en cuanto a
    - Densidad
      - Medida de la separación o proximidad de los componentes que pueden estar situados en la zona
      - Indica el grado de facilidad con que la zona puede ser inspeccionada, tanto la estructura como la instalación de los sistemas.
    - Importancia
      - Mide el valor de los componentes situados en la zona en relación con la seguridad y/o economía de la operación del avión
      - Cuando el fabricante evalúa la importancia de una zona, evalúa si los componentes que se encuentran

en dicha zona pueden tener un fallo que afecte a la estructura o a los sistemas.

- Entorno
  - Proporciona una medida de la exposición de la zona a vibraciones, temperatura, efecto atmosférico... y a la probabilidad de que se produzca daño accidental en los sistemas o estructuras de la zona en estudio.
- Estos tres puntos de evaluación pueden tomar los siguientes valores
  - Alto
  - Moderado
  - Bajo
  - Muy bajo
- Para todas las zonas que contengan instalaciones de sistemas se realiza un análisis zonal “standard” utilizando los datos de valoración de la zona
- El análisis fijará la extensión de la zona a examinar y el intervalo aplicable para realizar la tarea seleccionada
- Adicionalmente al análisis estándar deben seleccionarse todas aquellas zonas en las que existan cableados eléctricos potencialmente en presencia de material combustible.
  - Estas zonas deben ser sometidas a lo que se llama análisis zonal ampliado. Permite identificar inspecciones específicas y determinar tareas efectivas para minimizar la contaminación por materiales inflamables en la zona.
  - Del análisis ampliado se deduce que una inspección general visual es efectiva para la zona, pero que también una inspección detallada se considera efectiva para un ítem específico situado en la zona.
  - Las inspecciones detalladas se deberían incluir en la parte dedicada a Sistemas y Plantas de potencia, pero debido a que no son tareas que vienen de la clasificación de fallo funcional, se les asigna el capítulo ATA 20
- Las GVI (General Visual Inspection) procedentes del análisis ampliado, se comparan con las del estándar y los requisitos de acceso coinciden,
  - Si las frecuencias de las segundas son  $\geq$  las primeras, (x tanto el intervalo es menor) se considera suficiente la GVI estándar

- Si no, las GVI del análisis ampliado se incluye en el grupo de tareas
- Existen GVI procedentes del análisis de Sistemas y plantas de potencia y del de Estructuras. Si se comparan con las obtenidas en el análisis zonal, y coinciden los accesos y las frecuencias son <= que las del análisis zonal, se considerarán cubiertas. En caso contrario, habrá una inspección general visual de intervalo dado procedentes de los análisis de Sistemas y plantas de potencia o Estructuras.
- Lo mismo ocurre con las GVI procedentes del análisis L/HIRF.
- La extensión de la inspección queda definida por los accesos
- Todos los elementos para ganar acceso deben ser también inspeccionados
- Las tareas que conforman el programa zonal se asocian normalmente con intervalos de letra (A, C y múltiplos)
- Todos los datos incluidos en las hojas MSG-3 de cada zona dada son proporcionados por el fabricante
  - Identificación de acceso (nº de panel)
  - Se accede a...
  - Nº y tipo de sujeciones
  - Tamaño del acceso
  - Nº de identificación de la zona
  - Descripción de la zona
  - Resumen de equipos instalados en la zona
- L/HIRF (Lightning / High Intensity Radiated Field = Rayos / Campos Radiantes de Alta Intensidad)
  - El objetivo del estudio relacionado con tormentas y radiación es definir tareas de mantenimiento que puedan reducir la posibilidad de que un fallo singular (como es un rayo) pueda tener efectos sobre la aeronavegabilidad
  - Los efectos de los rayos pueden hacerse efectivos en el momento, pero además pueden generar daños permanentes.
  - El efecto de la radiación de alta intensidad se puede hacer notar en el momento en que sucede, pero el daño no puede detectarse mediante inspección física posterior.
  - Las protecciones del avión contra los efectos indirectos de rayos y radiaciones se consiguen
    - Asegurando la continuidad en la estructura del avión (contacto metal-con-metal)

- Proteger adecuadamente el cableado eléctrico tanto en la zona de las alas como en los cables que se dirigen al motor
- Protección propia de los equipos (a través del diseño de las cajas y de los circuitos eléctricos)
- En el mantenimiento contra L/HIRF se distinguen dos categorías
  - Protección en LRU
    - Las LRU están protegidas por medio de conectores y diferentes filtros. Las instrucciones de mantenimiento están en los manuales de mantenimiento de componentes.
    - El fabricante trabaja con los proveedores de LRU en requiriendo protección contra L/HIRF.
  - Protección en el avión
    - Se desarrolla durante el proceso MSG-3 y se incluyen en el MRBR
      - Sistema de nivel A: sistemas eléctricos y electrónicos cuyo fallo podría causar o contribuir a un fallo funcional con consecuencias catastróficas
      - Sistema de nivel B: sistemas eléctricos y electrónicos cuyo fallo causaría o contribuiría a un fallo funcional con consecuencias arriesgadas
- La mayor parte de la protección L/HIRF se cubre por las inspecciones zonales. Únicamente cuando no son adecuadas se traducen en tareas específicas incluidas en esta parte.
- Las protecciones contra L/HIRF requieren un análisis de los efectos de los posibles daños medio-ambientales y accidentales para determinar el mantenimiento que detecte la degradación
  - Como causa de daño se considera los efectos de la atmósfera, productos corrosivos, condensación, T<sup>a</sup>, y vibración que provoquen degradación en la protección
  - Se considera la susceptibilidad al daño, es decir, la posibilidad de daño durante el mantenimiento u operación (conectores en zonas donde pueden ser pisados, efectos de los fluidos anti-hielo...)

### ***Ecualización, Escalación y Fiabilidad***

#### **Ecualización**

- La ecualización de tareas suele ser útil para valorar la carga de trabajo que va a incorporarse en un parada determinada (independientemente de las anomalías que se encuentren)

- Un avión únicamente produce dinero si está en vuelo, realizando transporte de pasaje y/o carga. Con las diferentes maneras de enfocar el mantenimiento del avión, se trata de optimizar los costes de mantenimiento minimizando a la vez el tiempo de parada del avión. Estos condicionantes son del tipo de operación, la disponibilidad de mano de obra y los límites de los intervalos repetitivos asociados a las tareas a realizar.
- Las opciones de mantenimiento programado son básicamente 2
  - Mantenimiento por bloques
  - Mantenimiento ecualizado
- Entre estos dos extremos existen muchas variaciones que permiten ecualizar parcialmente las tareas, por los accesos o cualquier otro criterio que resulte de utilidad para el operador.
- La elección de uno u otro está condicionada por las circunstancias del operador, ya que los costes directos de mantenimientos están en función del mantenimiento programado.
- El operador puede agrupar las tareas de mantenimiento que debe realizar en el avión del modo que más le convenga, siempre y cuando cada tarea se cumplimente sin superar el límite de su intervalo.
- Paradas por bloques
  - Se agrupan todas las tareas que tienen asociado un intervalo determinado
  - En general, las revisiones por bloque obligan al avión a permanecer fuera de servicio durante largos periodos de tiempo. Sin embargo son convenientes en aviones viejos, en las que las acciones correctoras pueden preverse de mayor calado.
  - Al contar con paradas más largas, como ventajas tenemos que, se simplifica la planificación y se pueden realizar modificaciones y acciones correctoras durante la parada, lo que evita paradas específicas del avión.
  - Por el contrario el avión pasa fuera de servicio mucho tiempo. Puede perderse potencial piezas de vida limitada o que un operador se quede sin avión para una ruta. La mano de obra sufre picos y valles, salvo que se pueda parar aviones continuamente en el centro.
  - Este tipo de parada son recomendadas para operadores con grandes flotas y aviones de repuesto, y para operadores que pueden prescindir del avión durante largos periodos de tiempo, sin disminuir su capacidad de operación.
- Paradas ecualizadas
  - Tratan de distribuir esas tareas de manera que cada parada de avión tenga una duración semejante.
  - El trabajo así organizado se puede realizar durante los tiempos de inactividad del avión (por ejemplo durante la noche), o ser útiles para conocer de forma precisa en un plazo medio como va a afectar el mantenimiento programado a la operación de los aviones.
  - Las ventajas son
    - Menor tiempo de los aviones fuera de servicio por mantenimiento

- Dimensión uniforme de la mano de obra a emplear para realizar el mantenimiento.
- Proporciona más oportunidades para resolver problemas que hayan sido diferidos, es más fácil aprovechar el potencial de los componentes y la disponibilidad del avión es mayor.
  - Es muy común realizar equalizaciones de tareas de intervalo 1ª y múltiplos, y se suelen tratar por bloques las de intervalo 1C y múltiplos.
- Si hubiera que realizar la transición de un programa a otro, añadiríamos dificultad al proceso, y aumentan el nº de registros en los sistemas de fiabilidad.



## Escalación

- Ampliación en los intervalos de realización de tareas individualmente consideradas o en paquetes
- Puede ser consecuencia de
  - Análisis del comportamiento de la flota mundial por parte del fabricante
  - Solicitud de un operador de forma individual
- En ambos casos la aprobación de la autoridad que regula la actividad del operador es obligatoria.
- Análisis del fabricante
  - La escalación de un intervalo como resultado de la investigación del fabricante, queda recogida en el MRBR
  - La participación de los operadores en este proceso se lleve a cabo a través de a cumplimentación de las tareas objeto de estudio. Esta información es enviada al fabricante para su valoración, junto con la de otros operadores, y el resultado puede llevar a la modificación y aprobación de un intervalo de cumplimentación de una tarea o conjunto de ellas.
- Si es el operador quien pide la escalación
  - El proceso a seguir = F(autoridad aeronáutica)
  - En general se distinguen dos fases
    - Fase de prueba.
      - Esta fase suele requerir del operador algunas de las siguientes informaciones, según el intervalo a escalar
        - Informes de comportamiento de la flota afectada
        - Informes de fiabilidad de la flota afectada
        - Anormalidades detectadas durante el mantenimiento
        - Incidentes técnicos
        - Anormalidades en operación.
      - La flota afectada podrá volar con los intervalos propuestos
      - Los resultados de las tareas o grupos de ellas a escalar serán analizados y enviados a la autoridad aeronáutica del operador
      - Habrá limitaciones a la utilización de los nuevos intervalos de manera que se fijará un % de las inspecciones realizadas que obligatoriamente se harán por encima del intervalo actual.
    - Fase de consolidación
  - Escalación puntual:
    - En ocasiones es necesario solicitar de la autoridad del operador una ampliación puntual aplicable a un avión concreto. Esta ampliación es un aumento del intervalo asignado en el programa de mantenimiento aprobado a una tarea o grupo de ellas.

- En el caso de los aviones bajo la a DGAC-Española, este proceso no puede aplicarse a tareas con origen en el CMR\* o el CMR\*\*, a límites de vida, directivas de aeronavegabilidad o tareas definidas como no ampliables, de acuerdo con el certificado de tipo.
- En tareas controladas por horas de vuelo
  - Intervalos  $\leq 5000\text{FLH}$ , 10% ampliación
  - Intervalos  $\geq 5000\text{FLH}$ , 500FLH
- En tareas controladas por tiempo de calendario
  - Intervalo  $\leq 1$  año, 10% o 1 mes de ampliación
  - $1 < \text{intervalo} < 3$  años, 2 meses de ampliación
  - Intervalo  $\geq 3$  años, 3 meses de ampliación
- Si la tarea está controlada por más de un límite, se aplica la ampliación más restrictiva.
- Las ampliaciones no son acumulativas.
  - Si una tarea 100FLH se amplia a 105FLH, la siguiente revisión se hará a 95FLH.
- El control de las ampliaciones puntuales se llevará avión por avión.

