

CIRCULAR DE ASESORAMIENTO

CA N°: 43-50 C

**FALLAS POR PÉRDIDA DE POTENCIA DE
MOTORES ALTERNATIVOS Y
RECOMENDACIONES PARA EL
ESTABLECIMIENTO DE UN PROGRAMA DE
MANTENIMIENTO POR CONDICIÓN DE
MOTORES ALTERNATIVOS UTILIZADOS EN
AERONAVES DE AVIACIÓN GENERAL**

Fecha: 8 de noviembre de 2019

1. PROPOSITO

Esta Circular de Asesoramiento (CA) provee una guía para la evaluación de la condición de motores alternativos instalados en aeronaves de hasta 5700 Kg y recomendaciones para evitar su falla en servicio, incluyendo información para la implementación de un “Programa de Mantenimiento Por Condición” (PMPC), y es una guía de procedimientos para establecer un programa de monitoreo de tendencias de parámetros tendientes a mejorar la confiabilidad del motor y los sistemas asociados al mismo.

La intención de esta CA no es permitir ni fomentar que los motores de aeronaves que operan en la aviación general sean operados más allá del tiempo entre recorridas generales recomendado por el fabricante, sino la de poner de manifiesto el punto de vista normativo frente a la recomendación del fabricante y recomendar acciones que permitan detectar anticipadamente una condición que pueda derivar en la falla del motor en vuelo. Esta CA está dividida en dos partes, la primera aborda las causas principales de fallas de motor, recomendando acciones correctivas a tomar para prevenir o reducir las posibilidades de falla del mismo y la segunda parte presenta y explica la forma de establecer un programa de mantenimiento por condición para un motor alternativo.

Esta CA utiliza términos obligatorios como "debe" o “tiene” solo en el sentido de garantizar la aplicabilidad de los métodos particulares descritos en este documento. Esta CA no cambia, crea o autoriza cambios o permite desviaciones de los requerimientos establecidos en las Partes de las RAAC.

2. APLICABILIDAD

Esta CA aplica a los explotadores y/o propietarios de aeronaves de aviación general que operan conforme a las RAAC Parte 91 y a los titulares de un certificado de Taller Aeronáutico de Reparación (TAR) habilitado por la ANAC.

3. CANCELACION

Esta Circular de Asesoramiento cancela la CA 43-50B, Periodos entre recorrida general de motores alternativos utilizados en aeronaves de hasta 5700 kg de peso máximo de despegue, afectadas a la aviación general, fechada el 21 de octubre de 2006.

4. MATERIAL DE LECTURA RELACIONADO

- (a) RAAC Parte 43, Mantenimiento, Mantenimiento Preventivo, Reconstrucción y Alteraciones
- (b) RAAC Parte 91, Reglas de Vuelo y Operación General.
- (c) CA 20-77, Uso de Manuales de Mantenimiento de los Fabricantes, en vigencia.
- (d) CA 20-114, Documentos de Servicio del Fabricante, en vigencia.
- (e) CA 43-9, Registros de Mantenimiento, en vigencia.
- (f) CA 43.9-1, Instrucciones para el Llenado del Formulario 337, Inspección, Reparación, Alteración y Reconstrucción, en vigencia.
- (g) CA 43-12 Mantenimiento Preventivo, en vigencia.
- (h) Recomendaciones del Fabricante de Motores Lycoming para extender el TBO: <https://www.lycoming.com/content/tips-extending-tbo>
- (i) Service Letter de Lycoming acerca de aspectos generales asociados con el SOAP
- (j) https://www.lycoming.com/sites/default/files/SL171_SL_171_General_Aspects_of_Spectrometric_Oil_Analysis_11261971.pdf

5. DEFINICIONES

Las siguientes son definiciones de términos utilizados en esta CA:

- (a) Mantenimiento “Por Tiempo Límite” (“Hard Time”): Proceso de mantenimiento primario (inspección, reparación, reemplazo,) de cumplimiento mandatorio para componentes con vida útil, en función del tiempo calendario, horas de vuelo y ciclos.
- (b) Mantenimiento “Por Condición” (“On Condition”): Programa de mantenimiento aplicado a un componente que a intervalos regulares evalúa mediante inspección, pruebas y monitoreo de tendencias de parámetros operativos la condición operativa de un componente contra estándares apropiados, con el objetivo de mantenerlo en una condición aeronavegable.

- (c) Recorrida General (“Overhaul”): Consiste en el desarme completo de un motor, su inspección, reparación como sea necesario, ensamble, prueba y aprobación para su retorno al servicio dentro de las tolerancias y límites especificados en el “Manual de Recorrida General” del fabricante.
- (d) Aeronave Pequeña: en el contexto de esta CA, es toda aeronave de hasta 5700 Kg. de peso máximo de despegue certificado.
- (e) TAR: Taller Aeronáutico de Reparación habilitado por la ANAC.
- (f) FAA: Administración Federal de Aviación de los Estados Unidos de Norteamérica.
- (g) JIAAC: Junta de Investigación de Accidentes de Aviación Civil

6. ANTECEDENTES

- (a) Según datos publicados por la Junta de Investigación de Accidentes de Aviación Civil (JIAAC) para el periodo comprendido entre 2012 y 2015, la falla de sistemas y/o componentes pertenecientes al grupo motor (SCF-PP), en accidentes de aviación general se distribuyen de la siguiente manera: del total de accidentes de aviación general de aeronaves propulsadas por motores alternativos, aproximadamente la cuarta parte fueron atribuidas a fallas de motores. De estas fallas el 38,46 % se debió a fallas operativas, el 13,46 % estuvo asociado a fallas en partes mecánicas (cigüeñal, válvula de escape, biela, motor de arranque, filtro de aceite, orejas balancín, engranaje sensor de torque), el 34,62 % a mantenimiento deficiente, y el resto por otras cuestiones no definidas.
- (b) Además se informa que durante el año 2016 se contabilizaron 21 sucesos (31 % del total), con fallas atribuidas a sistemas y/o componentes pertenecientes al grupo motor (SCF-PP), mientras que en 2017 se contabilizaron 16 casos (29 % del total). Según un reporte de la JIAAC del año 2018, las fallas totales atribuidas al grupo motor, entre el año 2013 y 2017 resultan ser las categorías más frecuentes, con 60 sucesos entre accidentes e incidentes.
- (c) La primera conclusión a la que se puede arribar es que en general las fallas del grupo moto-propulsor se ubican entre las primeras causas de accidentes e incidentes de aviación general. De un análisis más pormenorizado, se observa que el mayor porcentaje de accidentes con falla de motor se debe a cuestiones operativas, siendo las deficiencias en el mantenimiento la segunda mayor causa de este tipo de sucesos.

- (d) En tal sentido, la ANAC considera que una gran parte de los accidentes asociados con la pérdida de potencia del motor en vuelo pudieron haberse evitado adoptando medidas que aborden tanto el aspecto operativo como de control de las condiciones de aeronavegabilidad del motor y sus componentes.
- (e) Cabe destacar, que existen muchas aeronaves que a pesar de no verse involucradas en accidentes y/o incidentes de aviación sus motores nunca alcanzan el período de recorrida general recomendado por el fabricante, ya sea por causa de una mala operación y/o de un pobre mantenimiento, mientras que otros motores lo han sobrepasado sin problemas, lo cual guarda una relación directa con una adecuada operación y buenas prácticas de mantenimiento.
- (f) El análisis efectuado por la JIAAC sobre accidentes de aeronaves que operaron conforme al Programa de Mantenimiento Por Condición (PMPC) recomendado por la ANAC, identifico como principales causales de estos accidentes: problemas en válvulas de escape, desgaste excesivo de cojinetes y roturas de cigüeñal, y concluyo que a fin de evitar accidentes de pérdida de potencia en vuelo es necesario:
- (1) Mejorar el desempeño de las organizaciones de mantenimiento aprobadas reforzando su sistema de gestión de calidad para asegurar que las actividades de mantenimiento se realicen de acuerdo a lo establecido en los datos de mantenimiento.
 - (2) Llevar un registro confiable y pormenorizado de la operación del motor y de las tareas de mantenimiento. El análisis de estos registros, cuando los mismos son realistas y exactos, permite detectar condiciones anormales y facilita la intervención temprana para evitar fallas; y
 - (3) Reforzar los procedimientos de chequeos prevuelo por parte de los operadores, teniendo en consideración tanto la documentación de la aeronave como de los detalles técnicos.
- (g) Según lo antes expuesto, puede concluirse que con un correcto monitoreo de los parámetros de operación de los motores, en conjunción con las prácticas de mantenimiento y operación adecuadas, es posible prevenir y/o anticiparse a las fallas y/o pérdida de potencia del motor en vuelo.
- (h) La RAAC Parte 91 Sección 91.403 establece que el propietario o explotador de una aeronave es el responsable primario de mantener esa aeronave en condiciones de aeronavegabilidad, tal responsabilidad implica cumplir con el mantenimiento requerido por la RAAC Parte 91. Asimismo, la organización de mantenimiento que ejecuta el mantenimiento es la encargada de determinar que la aeronave y/o su

equipamiento reúne todos los requisitos de aeronavegabilidad aplicables previo al retorno al servicio de esta, y el piloto al mando es el responsable de que la operación se realice de manera adecuada de conformidad con la Sección 91.3 de la RAAC Parte 91. En consecuencia, la definición de todo lo concerniente a la condición del motor y de si este o sus componentes reúnen o no las condiciones para continuar en servicio, es una responsabilidad compartida entre el propietario/explotador, el piloto y la organización de mantenimiento que retorna al servicio el motor y/o la aeronave.

- (i) Algunas publicaciones realizadas por los fabricantes autorizan la operación del motor más allá de los períodos de recorrida general recomendados, a criterio del propietario u operador, si la condición del mismo lo permite. En ciertos casos, los períodos recomendados se asocian a determinados regímenes de utilización del motor, al cumplimiento de las directivas de aeronavegabilidad, a modificaciones en la configuración del motor y tipos de operación.
- (j) La Sección 43.15 (c) de la RAAC Parte 43, requiere que cada vez que un TAR ejecuta una inspección anual y de 100 hs. emplee mientras realiza la inspección una planilla de trabajo en la que se listen los elementos o ítems de control contenidos en el Apéndice D del RAAC Parte 43, y además, poner en funcionamiento el motor o motores de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, a fin de determinar sus performances y condiciones de funcionamiento:
 - (1) Potencia de salida (RPM estática – punto fijo – y el ralentí);
 - (2) Magnetos;
 - (3) Presión de aceite y combustible; y
 - (4) Temperatura del cilindro y temperatura de aceite.
- (k) El Apéndice D de la RAAC Parte 43, especifica las tareas mínimas a ser ejecutadas sobre el motor durante una inspección anual o de 100hs, este Apéndice, entre otras tareas, requiere en el inciso (d)(3) la realización de una verificación de compresión de los cilindros, y por presencia de partículas metálicas o cuerpos extraños en los filtros y en el tapón de drenaje del sumidero.

7. CAUSAS MÁS FRECUENTES DE FALLAS OPERATIVAS DE MOTOR

- (a) Deficiencias en el entrenamiento de los pilotos. La principal causa de falla del motor es la mala operación de los sistemas de control del motor por parte del piloto. La mayoría de estos tipos de fallas son el resultado de una planificación incorrecta previa al vuelo o de procedimientos inadecuados de administración de combustible.

La escasez de combustible (el combustible se encuentra a bordo de la aeronave pero no es suministrado a los motores), y el agotamiento de combustible (sin combustible a bordo de la aeronave), representan la mayor proporción de todos los accidentes asociados a la pérdida de potencia del motor (según datos de la FAA). Los pilotos y operadores deben revisar los requisitos operativos del sistema de combustible y motor de la aeronave para garantizar que:

- (1) El piloto está completamente familiarizado con los manuales de operación de la aeronave y del motor, especialmente los capítulos relativos a la gestión del combustible, la configuración de la potencia del motor, el uso de la calefacción del carburador y el diseño de cada uno de los sistemas de la aeronave, su ubicación y los controles asociados a estos.
 - (2) El piloto se apegue a todas las instrucciones de operación del fabricante, marcas y otras limitaciones, evitando operaciones de sobre-temperatura, sobre-alimentación y sobre-velocidad.
 - (3) El piloto se apegue al uso de la lista de verificación de la aeronave durante las operaciones normales y de emergencia.
 - (4) La capacitación recurrente sea un proceso continuo. Tanto los pilotos como los mecánicos deben estar al tanto de la información técnica relacionada con el combustible, el aceite, las partes de repuesto, las directivas de aeronavegabilidad y las publicaciones técnicas del fabricante de la aeronave.
- (b) Inspección prevuelo inadecuada. Se podría haber evitado una gran cantidad de accidentes por pérdida de potencia del motor si el piloto se tomase el tiempo para realizar una buena planificación del vuelo. Los registros de accidentes muestran una gran cantidad de accidentes causados por la falta de combustible en vuelo. Para una buena planificación del vuelo, el piloto debe incluir al menos la siguiente información en su lista de verificación previa al vuelo.
- (1) Conocer el combustible “total utilizable” a bordo del avión antes de cada vuelo. El combustible “no utilizable” (combustible en los tanques pero debido al diseño del tanque, no puede ser utilizado por los motores) no debe considerarse como combustible utilizable cuando se planifica un vuelo.
 - (2) Chequear el drenaje de cada tanque de combustible. Verifique si hay agua o residuos en el combustible. También verifique el color del combustible para asegurarse que la nafta de aviación no se haya mezclado con el combustible Jet A.

- (3) Chequear los venteos del tanque de combustible debajo del ala para asegurarse de que estén abiertos. Para lo cual se puede emplear un limpiador de tuberías como sonda para asegurarse de que los insectos no hayan obstruido la línea de venteo. También, en tanques no presurizados, el tapón de combustible tiene un pequeño venteo incorporado. Asegúrese de que este venteo no esté obstruido con suciedad, cera o esmalte.
 - (4) Asegúrese de que la llave selectora de combustible funcione correctamente. Ha ocurrido un gran número de accidentes debido a que el piloto no pudo mover la llave selectora del tanque de combustible vacío al lleno, o no pudo trabar la válvula selectora del tanque de combustible en la posición adecuada. Estos problemas mecánicos generalmente son causados por una válvula selectora de combustible desgastada o con modificaciones. Para evitar fallas en el selector de combustible, antes del rodaje mueva la válvula selectora cambiando los tanques y asegurándose de que haya flujo de combustible desde cada tanque seleccionado al(los) motor(es). Recuerde dejar suficiente tiempo (de 3 a 4 minutos) para cada verificación, ya que las líneas del carburador / inyector de combustible retienen el combustible del tanque seleccionado anteriormente. No olvide controlar la presión de la bomba de combustible. Al menos una vez al mes, verifique la posición de corte de combustible en el selector de combustible para asegurarse que se detendrá el flujo de combustible al motor. Recuerde que el motor a bajas revoluciones tardará unos minutos en consumir el combustible que queda en las líneas de combustible y en el carburador/injector de combustible hasta que el motor se detenga. Esta verificación es muy importante porque en caso de incendio del motor, la válvula de cierre de combustible detendrá el flujo del mismo desde el parallamas hacia el lado de la cabina, evitando que se alimente un incendio en el motor desde los tanques de combustible de la aeronave. Si se sospecha que un selector de combustible está desgastado o goteando, haga que este sea lubricado o reemplazado, según sea necesario.
- (c) Contaminación del combustible. Hay dos tipos básicos de contaminación del combustible, por sólidos y por agua.
- (1) Contaminantes sólidos. Tales como arena, óxido y otros desechos que pueden encontrarse inspeccionando las áreas bajas/sumideros de cada tanque de combustible (vacío y adecuadamente purgado) con una linterna a prueba de explosiones, e inspeccionando los filtros de las tapas de llenado del sistema de combustible, y del carburador y/o filtros de línea de los inyectores por contaminación de partículas sólidas. Si la contaminación por partículas sólidas continúa ocurriendo con frecuencia, el proveedor primario de combustible puede ser la fuente del problema.

- (2) Contaminación por agua. Sigue siendo una causa importante de accidentes relacionados con el combustible. Hay tres formas en que el agua puede ingresar al sistema de combustible.
- (i) Por condensación, o durante el proceso de reducción en el que la humedad del aire caliente se reduce a agua líquida. Este fenómeno es exactamente lo que hace que las ventanas de una casa cálida "transpiren" durante los meses de invierno. En una aeronave, la condensación puede ocurrir dentro de un tanque de combustible que no esté lleno. Cuando se produce una diferencia de temperatura entre las paredes del tanque de combustible y el aire en el tanque, se formarán gotas de agua en la parte superior interna de las paredes del tanque de combustible drenando hacia el combustible. Los efectos de la condensación se pueden reducir manteniendo los tanques de combustible llenos mientras el avión está estacionado.
 - (ii) A través de las tapas de llenado de combustible. La entrada de agua de lluvia o de nieve en el sistema de combustible se hace más fácil si las tapas de llenado de combustible tienen grietas o mellas en las juntas (o rings), ranuras o deformaciones en los cuellos de llenado. Muchos aviones de aviación general de alto rendimiento tienen tapas de combustible instaladas al ras y tienen al menos dos juntas. La junta más visible es la que se encuentra en la circunferencia de la tapa de combustible que proporciona el sello entre la tapa y la pared del cuello de llenado. La segunda junta es frecuentemente ignorada tanto por mecánicos como por pilotos, y está ubicada en el centro de la tapa y sella el conjunto de traba de la tapa de combustible. Debido al diseño, la traba de la tapa de combustible se encuentra en un hueco en el centro de la tapa. El hueco proporciona una cuenca para el escurrido del agua. Si la junta más pequeña está dañada, el agua encontrará un camino hacia el tanque. Este peligro potencial puede evitarse mediante una inspección del cuello de llenado y de la tapa, y reemplazando periódicamente las juntas.
 - (iii) Durante la carga de combustible. Las prácticas descuidadas de la carga de combustible, tales como el reabastecimiento cuando está lloviendo, o el mantenimiento deficiente de los filtros, separadores de agua o la falta de inspecciones adecuadas del camión de combustible o surtidores fijos de combustible, o procedimientos deficientes para la carga, son generalmente los factores causales. Para evitar la carga de combustible contaminado, los operadores con bases fijas deben asegurar que:
 - (A) El personal que maneja el combustible esté adecuadamente capacitado.
 - (B) El equipo de carga de combustible esté operacional y limpio.

- (C) Se verifique al menos una vez al día la calidad general del combustible y el contenido de agua u otros contaminantes, tanto en los tanques de almacenamiento como en los camiones.
 - (D) Se documente cada inspección al sistema de abastecimiento.
- (d) Combustible incorrecto. Esto ocurre cuando la nafta de aviación es substituida por el combustible para motores de turbina. Cuando el combustible jet A contamina el sistema de combustible de un avión propulsado por un motor alternativo, el impacto general no es percibido con facilidad, y dependiendo de la cantidad de combustible jet A introducido en el tanque de combustible de la aeronave, incluso una inspección minuciosa de una muestra de combustible no siempre indica que se ha producido un mal abastecimiento de combustible. Incluso el arranque del motor y el rodaje pueden parecer normales porque la nafta de aviación, que todavía está en la línea del sistema de suministro de combustible y los filtros del último vuelo, no están aún contaminados y, por lo general, el motor tarda unos minutos en configuraciones de potencia relativamente alta para comenzar a extraer combustible contaminado del tanque seleccionado. Esta es la razón por la cual han ocurrido accidentes por falta de combustible en configuración de alta potencia, generalmente durante o poco después del despegue.
- (1) Los motores alternativos que queman el combustible jet A en configuraciones de alta potencia, sufren detonaciones, pérdida rápida de potencia y altas temperaturas de cabeza de cilindro (CHT), seguida rápidamente por una falla completa del motor. Debe cambiarse a otro tanque de combustible no contaminado tan pronto como sea posible después de que se produzca la detonación del motor para aliviar algunos de los síntomas principales, y de esta manera el motor pueda desarrollar suficiente potencia para aterrizar sin mayores problemas. Desafortunadamente, el daño interno al motor que ocurre en los primeros 10 a 15 segundos suele ser lo suficientemente grave como para requerir un desmontaje y reconstrucción del mismo. En todos los casos, deben seguirse las instrucciones del fabricante del motor si este ha sido operado con el combustible incorrecto.
 - (2) El potencial de un reabastecimiento erróneo de combustible puede reducirse si el piloto supervisa personalmente la operación de reabastecimiento de combustible. El piloto debe verificar cuidadosamente el recibo de combustible tanto para la cantidad como para el tipo de combustible agregado. Verifique el combustible antes y después del reabastecimiento prestando atención a la claridad, el color y la presencia de agua en el mismo. El propietario u operador de la aeronave debería asegurarse de que las bocas de carga de combustible estén debidamente

marcadas con el tipo y el octanaje apropiados del combustible a emplear, y la capacidad del tanque. Estas indicaciones son parte de las especificaciones que habitualmente se encuentran detalladas en las hojas de datos del certificado tipo o del manual de vuelo de la aeronave.

- (3) También se sugiere que los propietarios de aviones con motor alternativo y turboalimentado retiren las calcomanías que hacen referencia a las palabras “Turbo” o “Turbocompresor”. En el pasado, estas calcomanías han dado la impresión equivocada al personal de reabastecimiento de combustible inexperto de que el motor alternativo turboalimentado correspondía a un motor de turbina, reabasteciendo la aeronave con combustible jet A.
- (e) Tanque de combustible (cámara de aire). Las celdas de combustible están hechas de un material pesado y engomado. La celda se encuentra en una cavidad del ala diseñada para soportar el tanque de combustible. La parte superior de la celda se sujeta a la parte superior del ala mediante clips o broches a presión. Con el tiempo, los broches o clips fallan y el tanque de combustible se derrumba sobre sí mismo. Cuando el tanque está parcialmente colapsado, limita la cantidad de combustible que puede contener, e interfiere con la ventilación, el suministro de combustible y el sistema indicador de cantidad de combustible. Los mecánicos deben inspeccionar que la instalación de todas las celdas de combustible sean las adecuadas en cada inspección anual o de 100 horas, o siempre que se sospeche una falla en el clip o broche de presión de la celda de combustible.
- (f) Tiempo entre recorrida general (TBO) excedido. Otra de las causas de falla del motor está asociada con la operación del motor más allá del tiempo entre recorrida general recomendado por el fabricante. El tiempo del TBO es calculado por el fabricante del motor y es una estimación segura acerca del número de horas que el motor podría funcionar de manera confiable dentro de los parámetros establecidos, sin exceder los límites de desgaste de componentes tales como el cigüeñal, el árbol de levas, cilindros, bielas y pistones.
 - (1) Operar con el motor más allá del TBO recomendado, generalmente acelera el desgaste general del motor debido a un incremento en los huelgos de los cojinetes, la pérdida de materiales protectores como el enchapado o nitruración en las paredes del cilindro y la vibración causada por las piezas en movimiento del motor que se han desgastado de manera desigual y se encuentran ahora fuera de balance.
 - (2) Los TBO son específicos para la marca y el modelo de motor, y los tiempos entre recorrida recomendados generalmente son establecidos en Boletines o Cartas de Servicio del fabricante del motor. Para las operaciones bajo la Parte 91 de las

RAAC con aeronaves de motor alternativo, el cumplimiento del tiempo de TBO no es un requisito de mantenimiento obligatorio. No obstante, se recomienda que los operadores conforme a la RAAC Parte 91 observen el TBO por las siguientes razones principales:

- (i) Cumplir con el TBO garantizará la seguridad y confiabilidad mecánica del motor, y
 - (ii) La recorrida general del motor al TBO generalmente es menos costosa que la de un motor que ha funcionado por encima del TBO recomendado.
- (g) Mala operación. La confiabilidad de un motor alternativo depende del funcionamiento del motor dentro de un rango acotado de parámetros. Este rango de operación tiene límites específicos tales como RPM, flujo de combustible, configuraciones de mezcla, presión del múltiple de admisión, temperatura de cabeza de cilindro, presión de aceite y temperatura que no deben ser excedidos. Además, todos los motores alternativos son sensibles a la temperatura. Los cilindros y las válvulas del motor pueden dañarse por un choque térmico si el motor no se calienta adecuadamente antes de emplearlo a plena potencia, o la tapa de cilindros podría fisurarse si se permite que la temperatura del motor disminuya demasiado rápido en descensos con potencia reducida.
- (h) Largos periodos de inactividad. Los motores que no operan con frecuencia, en general no alcanzan la vida útil esperada. Los motores que son operados ocasionalmente se deterioran mucho más rápidamente que aquellos que lo hacen constantemente; esto es debido a que un motor que vuela con poca frecuencia generalmente acumula óxido y corrosión internamente. Algunos operadores mal informados creen que haciendo funcionar los motores en tierra evitan la formación de corrosión en el interior del motor, no siendo conscientes de que esto puede dañar el motor en lugar de ayudarlo si no se tiene la precaución de alcanzar una temperatura de aproximadamente 74°C (165 °F), esto es debido a que el agua y los ácidos de la combustión se acumularán en el aceite del motor. La mejor manera de elevar la temperatura del aceite a 74°C (165 °F) es volando el avión. Durante el vuelo, el aceite normalmente se calienta lo suficiente como para vaporizar el agua y la mayoría de los ácidos, y eliminarlos del aceite. Si el motor simplemente funciona en tierra el agua acumulada en el aceite se convertirá gradualmente en ácido lo que también es indeseable. No se recomienda el funcionamiento prolongado en tierra en un intento por elevar la temperatura del aceite debido que en tierra el enfriamiento no es adecuado, pudiendo provocar puntos calientes en los cilindros, sobrecalentar el arnés de ignición, quemar los sellos de aceite e incrementar el desgaste interno de los cilindros por ingestión polvo y suciedad en el sistema de inducción de aire. No es recomendable girar el motor manualmente si no ha funcionado durante una semana o

más, ya que puede provocar un mayor desgaste. Si el motor se utiliza con una frecuencia que no acumula las horas de funcionamiento recomendadas para un cambio de aceite por tiempo operativo, entonces, el aceite debe cambiarse a intervalos de cuatro meses para eliminar el agua y los ácidos.

- (i) **Mantenimiento.** El mantenimiento realizado en los motores alternativos debe ser de la más alta calidad y realizarse de acuerdo con las instrucciones actualizadas del fabricante. Las áreas que tienen el mayor impacto en la confiabilidad, y que requieren atención de mantenimiento constante son: cambios de aceite y filtro, reemplazo a tiempo de los filtros de aire y combustible, inspección de los deflectores de aire y los sellos del compartimiento de motor por estado, sistema de encendido por sincronización de magnetos, estado de las bujías y del arnés de encendido. El mantenimiento del motor debe ser realizado por personas certificadas y con experiencia. El resto de las áreas que requieren atención en mantenimiento son:

- (1) **Primer del motor.** Siempre deben seguirse los procedimientos que se encuentran en el manual de operación de la aeronave (manual de vuelo de la aeronave, manual de operación del piloto, etc.). El primer es un sistema de cebador simple en el que se extrae combustible de la línea de suministro del motor y se inyecta en dos o más cilindros del motor por medio de una pequeña bomba manual. Si el mango de la bomba de cebado no está bloqueado en la posición cerrada, el combustible continuará siendo arrastrado hacia los cilindros por la succión creada en los cilindros afectados durante el ciclo de admisión. La mezcla de combustible/aire será extremadamente rica en los cilindros afectados, y el motor funcionará de manera irregular a bajas RPM, similar a cuando se producen problemas de magneto, pero se suavizará por encima de las 1700 RPM, el escape a bajas RPM será negro y humeante. Empobrecer el motor manualmente puede restaurarlo a una operación más suave, pero un empobrecimiento excesivo elevará la temperatura de las cabezas de cilindro que no están equipados con líneas de cebado del motor. Una condición de funcionamiento similar puede existir si los sellos en la bomba de cebado están mellados o agrietados, lo que permite que el combustible pase hacia el cilindro, incluso si el comando de la bomba está trabado y cerrado. Si se sospecha esta condición, haga que un TAR certificado verifique el sistema de primer.
- (2) **Comandos del motor.** Los controles de aceleración, mezcla, calefacción al carburador y RPM de la hélice son simples en diseño y construcción. Cada control es básicamente un cable de metal flexible dentro de una funda de acero inoxidable. Debido a la flexibilidad inherente del diseño, si la funda del cable no está asegurada al menos cada 30 cm (12 pulgadas), el cable se doblará en el medio, limitando severamente la cantidad de movimiento de control disponible en el carburador o el gobernador de la hélice. Los mecánicos deben asegurarse

que los controles estén lubricados, sean suaves y funcionen sin problemas, y que el movimiento del cable garantice un recorrido completo y llegue a los topes. Se sugiere que los mecánicos se aseguren que los controles con extremos de varilla tengan arandelas de área grande en ambos extremos del perno de fijación para servir como seguridad en caso de falla de la bola del extremo de la varilla.

- (3) Golpes en la hélice (Propeller Strike). Cualquier tipo de golpe en la hélice es una situación muy grave que requiere atención inmediata. Los motores que hayan sufrido un golpe en la hélice deben inspeccionarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Se sabe que los golpes en la hélice causan fisuras en el cigüeñal, doblan las bridas de fijación de la hélice al cigüeñal y hacen que falle los bulones de las bielas.
- (4) Fallas internas de los silenciadores de escape. Los motores pueden experimentar reducciones de potencia sustanciales e incluso fallas cuando los componentes internos del silenciador se sueltan y obstruyen parcialmente el tubo de escape del silenciador. Este problema suele evidenciarse con una gran reducción en las RPM, indicación de mezcla rica, funcionamiento irregular, vibración y detonaciones. Otro aspecto importante en la inspección del silenciador y tubo de escape está asociado con el sistema de calefacción de aire al carburador. Un escape con fugas en la camisa del silenciador puede provocar que el aire del escape ingrese a la toma de aire caliente hacia el carburador, provocando una reducción de la potencia. Se recomienda que en cada inspección anual o cada 100 horas el silenciador se inspeccione internamente por estado y condición en busca de grietas, deben seguirse los procedimientos del fabricante para realizar esta verificación de la condición del silenciador y de la cámara de calefacción de aire al carburador.
- (5) Mantenimiento de la hélice. Las hélices parecen ser los productos certificados que menor atención reciben, sin embargo, manejan altas cargas de empuje y torsión en cada vuelo. Haga que un TAR evalúe y repare las muescas, abolladuras, melladuras y otros daños en las palas de la hélice, según sea necesario, para evitar fisuras por fatiga que puedan causar fallas en la pala de la hélice y provocar la pérdida de potencia en vuelo. Los trabajos en las palas de la hélice se deben realizar siguiendo los procedimientos recomendados por el fabricante de la hélice. Un trabajo excesivo podría alterar la forma de la superficie aerodinámica de las palas hasta el punto en que se pierda la eficiencia aerodinámica de la hélice, causando un empuje insuficiente. En el caso de un avión bimotor, esta pérdida de empuje podría impedir que el avión mantenga el vuelo con un motor inoperativo. Debe evitarse empujar o tirar de la hélice para estacionar la aeronave, porque la fuerza aplicada en la hélice para mover la aeronave no es distribuida a lo largo de la misma, sino puntual, pudiendo inducir

un aumento de las tensiones en la estructura de la pala, provocando fisuras en la pala.

- (6) Atascado de válvulas. Los motores que son difíciles de poner en marcha o que funcionan bruscamente durante 3 a 5 minutos después del arranque y luego se suavizan, pueden tener una o más válvulas atascadas. Las válvulas atascadas son causadas por depósitos de plomo y carbón en la guía de válvula. Con el tiempo, la acumulación de depósitos puede reducir el huelgo entre el vástago de la válvula y la guía, pudiendo llegar al atasco de la válvula, provocando que la varilla de empuje se doble, separando la carcasa de la varilla de empuje provocando la pérdida de aceite, y la pérdida de potencia para el cilindro afectado. Para reparar una válvula atascada, el cilindro debe retirarse y las guías de válvula deben limpiarse para eliminar los depósitos de carbón y plomo.
- (7) Suciedad en bujías. Que la bujía se ensucie constantemente puede ser una indicación de aros desgastados, mezcla rica y excesiva, rango de calor inadecuado de la bujía, arnés en cortocircuito, aislantes rotos, combustible incorrecto, casquillo de bujías sucios o húmedos, tiempo de ignición reducido, baja velocidad de apertura en ralentí, procedimientos de empobrecimiento de mezcla inadecuados y enfriamiento rápido del motor en largos descensos en planeo. La inspección frecuente, la limpieza, el ajuste de la luz del electrodo y la rotación de las bujías pueden ser útiles para reducir las incrustaciones. Debe consultarse el manual de operación del piloto para conocer los procedimientos de operación aprobados para el motor.
- (8) Baja compresión del cilindro. Una prueba de compresión es un procedimiento en el cual se introducen $5,60 \text{ kg/cm}^2$ (80 libras por pulgada cuadrada) de aire en un cilindro con su pistón en el punto muerto superior para determinar qué tan bien el cilindro sostiene la mezcla de combustible/aire cuando se comprime. El aire a presión se controla con un medidor de presión diferencial que tiene dos medidores. Un medidor lee el suministro de aire, y el otro medidor lee la presión de aire en el cilindro. La lectura de compresión diferencial ideal en el medidor es $5,60/5,60 \text{ kg/cm}^2$ (80/80 psi) en el punto muerto superior. Sin embargo, la pérdida máxima de aire comprimido no debe ser superior al 25%, o una lectura de $4,22/5,60 \text{ kg/cm}^2$ (60/80 psi). Cada fabricante de motor ha establecido procedimientos que deben seguirse al realizar esta prueba. Los procedimientos para realizar la prueba, las limitaciones permitidas y la solución de problemas se encuentran en el manual de mantenimiento apropiado (MM).
- (9) Filtros de aire/control de calefacción del carburador, aire alternativo. El aire sin filtrar, ya sea que provenga de un filtro de aire sucio, un control de calefacción del carburador, una toma de aire alternativa dejada abierta durante el rodaje, una

perforación en un ducto de aire o un mal sellado entre elementos del sistema de inducción de aire permite que el motor ingiera suciedad, arena y otros desechos, desgastando las paredes de los cilindros y aumentando el daño en los aros de los pistones, causando lecturas de compresión más bajas y aumentando el consumo de aceite. Como regla general, los filtros de aire deben cambiarse al menos una vez al año, y los controles de carburador/aire alternativo deben usarse con moderación en tierra.

- (10) Instrumental de motor fuera de calibración. Los instrumentos de motor típicos (tacómetros, medidores de temperatura y presión de aceite, medidores de temperatura de cabeza de cilindro, temperatura de gases de escape y presión de admisión), deben dar indicaciones precisas y confiables. Cualquiera de estos instrumentos con indicaciones de entre un 5 y 10 % de error pueden conducir a operar el motor fuera de los límites operativos, incrementando la posibilidad de falla. Un tacómetro con un error del 10 % por debajo en la lectura de RPM aumentará en gran medida la carga en la hélice y los cojinetes del motor durante la operación. Un medidor de temperatura de cabezas de cilindro o gases de escape defectuoso puede derivar en una incorrecta corrección de mezcla, provocando que se excedan los límites de temperatura en los cilindros. Un indicador de temperatura de aceite con errores causará que el motor opere fuera de la temperatura de diseño, si la temperatura es menor a la recomendada el aceite no alcanzará la temperatura a la cual el agua presente en el mismo se evapore, provocando que el agua y los ácidos corrosivos se acumulen en el cárter. Una verificación tan simple como observar que los medidores de temperatura y presión antes del arranque indiquen la temperatura y presión ambiente respectivamente, pueden dar indicios de problemas en estos instrumentos.

8. PRÁCTICAS RECOMENDADAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO POR CONDICIÓN

(a) Aspectos conceptuales del programa

- (1) Alternativamente al programa de mantenimiento del motor basado en la recorrida general a intervalos definidos en tiempo calendario u operativo, un motor que equipe una aeronave que opere en aviación general podría ser mantenido bajo un programa de mantenimiento basado en el monitoreo de parámetros de motor. Este programa se basa en un sistema de recopilación de datos en el que se registra y analiza periódicamente un número definido de lecturas e indicaciones del motor a fin de considerarlos en una evaluación de aeronavegabilidad para anticiparse a la falla del mismo, tomando las acciones

correctivas necesarias para que el motor se mantenga dentro de los límites operativos establecidos.

- (2) Necesariamente, para que el programa pueda tener referencia de comparación contra datos tomados en una condición buena conocida, el monitoreo de parámetros debería comenzar antes de alcanzar el TBO. Al respecto, algunas autoridades de aviación civil extranjeras recomiendan que sea al comienzo de la vida útil del mismo o luego de una recorrida general, mientras que otras especifican una cantidad mínima de tomas de parámetros de referencia previo a alcanzar el TBO recomendado. Puede concluirse que lo recomendable es iniciar el programa lo más anticipadamente posible antes de alcanzar el TBO. Al alcanzar el TBO deberá continuarse con la toma y análisis de los parámetros en conjunto con otras actividades de mantenimiento a fin de mantener la confiabilidad en la operación del motor.
- (3) Debe tenerse en cuenta que un programa de monitoreo de tendencias es tan bueno como la información que recopila y analiza. Antes de incorporar el motor a un programa de monitoreo de tendencias debe asegurarse que los siguientes instrumentos y medidores de la aeronave hayan sido calibrados: medidor de rpm, presión de aceite, temperatura del aceite, temperatura de cabezas de cilindro (CHT), temperatura de gases de escape (EGT), medidores de flujo de combustible y presión de múltiple de admisión.

(b) Fundamentos para la implementación del programa

- (1) Operación
 - (i) Ajustar la operación a los lineamientos del manual de operación del piloto (POH), el manual de vuelo de la aeronave u hoja de datos del certificado tipo de la aeronave (HDCT) y/o motor.
- (2) Monitoreo
 - (i) Poner en marcha el motor a intervalos regulares para verificar el funcionamiento satisfactorio de los sistemas del motor y la potencia estática de salida.
 - (ii) Llevar un registro del monitoreo de tendencias de parámetros del motor (RPM, CHT, EGT, presión y temperatura de aceite, presión de admisión, flujo de combustible).
- (3) Registros

- (i) Mantener un registro del consumo de aceite para cada motor.
 - (ii) Mantener un registro de los parámetros de motor.
- (4) Servicios
- (i) Ejecutar los cambios de aceite y filtros, y la inspección y análisis de los residuos del filtro de aceite, siguiendo las indicaciones del fabricante.
- (5) Mantenimiento
- (i) Ejecutar y documentar comprobaciones, inspecciones, mediciones y cualquier otra tarea de mantenimiento que sea realizada para evaluar el estado del motor y sus componentes.
 - (ii) Efectuar los registros correspondientes indicados en la RAAC Parte 43, Sección 43.9.
 - (iii) Realizar las tareas de preservación del motor en periodos de inactividad prolongada recomendado por el fabricante. Para el caso de una inactividad prolongada, las tareas de preservado establecidas por el fabricante del motor y/o ANAC, son determinantes.
 - (iv) Seguir los lineamientos del fabricante para la inspección y determinación de aeronavegabilidad de los diferentes componentes del motor. Estos lineamientos se pueden encontrar en las instrucciones de aeronavegabilidad continuada del fabricante del motor, en los manuales de recorrida general o en la documentación de servicio.
 - (v) Cualquier falencia en el cumplimiento de los estándares prescriptos, durante la realización de las inspecciones y las pruebas requeridas, que no puedan ser corregidos por ajustes y/o reemplazo de componentes, requerirá una recorrida general del motor.
- (c) Tareas del programa. Para establecer un programa por condición debe tenerse en claro y atenderse ciertas condiciones y limitaciones.
- (1) Condiciones:
- (i) Previamente haber dado cumplimiento a los requisitos de aeronavegabilidad establecidos para el motor y sus componentes.

- (ii) Toda aeronave cuyos motores pretendan ingresar y/o mantenerse en el “PMPC” cuenten con un dispositivo (horómetro), que contabilice el tiempo en servicio del mismo en horas y décimos de hora.
 - (iii) Todos los instrumentos instalados en la aeronave utilizados para la operación y el monitoreo de las condiciones operativas del motor deben estar calibrados.
 - (iv) Todas las tareas asociadas con el programa deben ser realizadas por un TAR con alcances para la recorrida general del motor.
 - (v) El operador debe conservar los registros de las verificaciones de control dimensional y desgaste de las piezas críticas.
 - (vi) Efectuar el mantenimiento de los accesorios y componentes del motor según las recomendaciones del fabricante.
 - (vii) Aquellos motores que han sobrepasado el tiempo TBO recomendado por el fabricante y que actualmente se encuentran cumpliendo los lineamientos de la CA 43-50B, pueden seguir cumpliendo con dichos lineamientos.
 - (viii) Disponer de un medio para registrar y mantener datos precisos del consumo de aceite, a fin de controlar que no se exceda el máximo consumo permitido por el fabricante, y permita evaluar su evolución en el tiempo.
 - (ix) Mantener registros de las RPM de referencia, de manera tal que permitan calcular su evolución en el tiempo.
- (2) Limitaciones:
- (i) Cuando se verifique que el motor no cumple con los requisitos mínimos para establecer o continuar en el programa de mantenimiento por condición, podrá optarse por:
 - (A) Realizar una recorrida general al motor.
 - (B) Realizar los trabajos que sean necesarios para que los parámetros sean los correctos.

- (ii) Dado que es prácticamente imposible determinar el estado de las partes internas del motor, en cuanto a defectos (tales como fisuras) que no sean detectables por la toma de parámetros o análisis del aceite lubricante, es aconsejable que al alcanzar las horas del TBO recomendado por el fabricante, y cada vez que se considere necesario aunque se encuentre dentro del programa, se realice una apertura completa del motor siguiendo las recomendaciones del fabricante respecto a las inspecciones de los componentes internos del motor, reemplazando aquellos que no se encuentren en condiciones de ser reinstalados según las instrucciones de recorrida general emitidas por el fabricante.
 - (iii) Cuando el cumplimiento de una directiva de aeronavegabilidad está definido para ser ejecutado en la “próxima recorrida general”, esta debe ser cumplida específicamente en el tiempo por horas de operación o tiempo calendario, lo que ocurra primero, que corresponde a la recorrida general recomendada por el fabricante.
- (d) Tareas al comienzo del programa. Para dar inicio al programa es necesario realizar una evaluación de la aeronavegabilidad inicial del motor y establecer un nivel de referencia, contra el cual pueda ser contrastada su condición futura. Esto debe realizarse mediante tareas de mantenimiento y pruebas ejecutadas por un TAR con alcances apropiados, registrándolas en los registros permanentes de mantenimiento de la aeronave. En esta evaluación por lo menos deben considerarse las siguientes tareas:
- (1) Inspección anual o de 100 horas.
 - (2) Servicio de aceite según los lineamientos de la presente.
 - (3) Verificar y documentar el balanceo estático y dinámico de la hélice.
 - (4) Verificación en tierra usando la planilla del Apéndice A, según los lineamientos de la presente.
 - (5) Obtener los parámetros estáticos de referencia y registrarlos en la planilla del Apéndice B, según los lineamientos de la presente.
 - (6) Verificación en vuelo usando la planilla del Apéndice A, según los lineamientos de la presente.
 - (7) Verificar, que todos los parámetros se encuentren dentro de los límites máximos permitidos por el fabricante.

- (8) Completar la planilla de análisis de tendencias de parámetros del Apéndice B, según los lineamientos de la presente.
 - (9) Crear un registro del programa que contenga las planillas de los Apéndices A y B, incorporar a esta una planilla de registro del consumo de aceite y registrar en los historiales el comienzo del programa de mantenimiento por condición del motor, así como cualquier tarea de mantenimiento asociada a este.
- (e) Tareas para la continuación del programa. Toda vez que se realice alguna acción de mantenimiento tales como inspecciones intermedias, servicios de aceite o inspección anual, un TAR ejecutará las siguientes inspecciones y pruebas, según el intervalo de tiempo o tarea de mantenimiento correspondiente:
- (1) Hará funcionar el motor y verificará que se alcancen los parámetros estáticos de referencia, o datos similares en las pruebas de potencia establecidas al inicio del programa.
 - (2) Realizará una comprobación de la compresión de los cilindros, utilizando un procedimiento aceptable como el descrito en la presente.
 - (3) Efectuará una verificación de pérdidas en los cilindros, utilizando un procedimiento aceptable como el descrito en la presente.
 - (4) Realizará una verificación en tierra usando la planilla del Apéndice A, según los lineamientos de la presente.
 - (5) Realizará una verificación en vuelo usando la planilla del Apéndice A, según los lineamientos de la presente.
 - (6) Completará la planilla del Apéndice B, y evaluará las variaciones de los parámetros.
 - (7) En cada cambio de aceite efectuar un servicio de aceite, según los lineamientos de la presente.
 - (8) En cada inspección anual. Efectuar una inspección completa del motor que incluya por lo menos los ítems del Apéndice D de la RAAC Parte 43, más los ítems recomendados por el fabricante para una inspección completa del motor. Además se debe incluir, cuando corresponda, la inspección y/o verificación de las siguientes áreas del motor:

- (i) Área baja del motor. Los componentes internos del motor, como el cigüeñal, árbol de levas, seguidores de levas, botadores, cojinetes, bielas y los engranajes entre otros accesorios, se encuentran dentro del block del motor. Debido a su ubicación, la inspección visual para determinar el estado y la medición del desgaste de estos componentes no puede realizarse adecuadamente sin desarmar el motor. Los únicos procedimientos efectivos probados para determinar el desgaste de esta área es un programa de análisis de aceite, filtro de aceite e inspección de filtro de aceite. En lo que respecta al estado de las partes no asociado con el desgaste se recomienda programar una apertura de motor al alcanzar el TBO, cumpliendo con todas las inspecciones y mediciones establecidas en las instrucciones de recorrida general del fabricante.

- (ii) Cilindros o parte alta del motor. El conjunto del cilindro incluye el cilindro, el pistón, el perno del pistón, las válvulas de admisión y de escape, y los asientos de las válvulas. Estos componentes se pueden quitar para una inspección en profundidad, pero normalmente una inspección de las bujías y una prueba de compresión proporcionarán una buena visión general del estado del cilindro. Las bujías se comprueban por desgaste y suciedad. Las bujías sucias pueden indicar una mezcla demasiado rica o un desgaste de los aros de compresión. La inspección debería incluir:
 - (A) El interior de cada cilindro utilizando un boroscopio capaz de capturar imágenes digitales, inspeccionando:
 - (1) Cilindro, pistón, válvulas y asientos de válvulas por ralladuras, picaduras, grietas, erosión, distorsión y condición general.
 - (B) Remoción de cada tapa de balancín de cilindro para una inspección visual de los componentes del tren de válvulas.
 - (1) Inspección del vástago de válvulas y varillaje por desgaste, y depósitos de material.
 - (2) Inspeccionar el estado de las levas introduciendo un boroscopio a través del tubo de varillas de válvulas.
 - (C) Remoción de bujías para inspección, limpieza, ajuste y rotación.

- (iii) Accesorios. Los accesorios, incluidos los magnetos, el arnés, las bujías, el generador o el alternador, el carburador/la unidad de inyección de combustible y la bomba de vacío o presión, son fácilmente extraíbles para

una inspección y prueba. Estos componentes generalmente le dan al piloto una indicación de su condición de operación mediante los instrumentos y medidores de la cabina.

- (A) Inspección de los accesorios del motor por seguridad y condición.
 - (B) Verificación del correcto funcionamiento del sistema de primer del motor, por correcto funcionamiento de los comandos, pérdidas y estado de las líneas.
 - (C) Verificación de comandos de motor, por correcto funcionamiento, reglaje, seguridad de la instalación, suavidad de movimiento.
- (iv) Condición externa.
- (A) El motor debe ser examinado externamente por defectos existentes tales como fisuras en el cárter y block, excesivo juego en el eje de la hélice, palas de hélices desalineadas, signos de sobrecalentamiento y corrosión;
 - (B) Inspeccionar la bancada de motor;
 - (C) Inspeccionar las condiciones de los deflectores y sellos del compartimiento de motor para garantizar una refrigeración adecuada del motor;
 - (D) Inspección de los sistemas de escape y admisión, cámara de calefacción de aire al carburador, inspección interna por estado y condición en busca de fisuras y/o pérdidas;
 - (E) Inspección por condición de las mangueras que conducen fluidos y sus protectores ignífugos, teniendo en consideración que la vida útil de estas es limitada, sobre todo aquellas que no son de teflón;
 - (F) Inspección del radiador de aceite por estado y condición; y
 - (G) Inspección del sistema de inducción de aire, inspección del filtro de aire, control de calefacción del carburador, toma de aire alternativa, ducto de aire, interface entre elementos del sistema de inducción por grietas, defectos en el sellado y seguridad de las interfaces entre elementos.
- (f) Descripción de tareas asociadas al programa

- (1) Servicio de aceite.
 - (i) Realizar el cambio de aceite y filtros siguiendo los lineamientos del fabricante. Tener en consideración que el fabricante recomienda el cambio del aceite tanto a intervalos operativos como calendarios, para los dos principales fabricantes de motores de uso aeronáutico son los siguientes:
 - (A) Aceite y filtro cada 50 horas para los motores que usan un sistema de filtración de aceite de flujo completo.
 - (B) Aceite y limpieza de la malla cada 25 horas para todos los motores que emplean un sistema de malla de presión.
 - (C) Reemplazo de aceite cada cuatro meses como máximo entre los cambios para motores equipados con cualquiera de los dos sistemas.
 - (ii) Inspeccionar por presencia de partículas metálicas las mallas del filtro (sí este último es de papel, cortar el filtro) y en los tapones magnéticos (Chip Detector), e investigar el origen de cualquier resto encontrado.
 - (A) A modo de lineamientos para el análisis de partículas se recomienda la lectura del siguiente artículo de Lycoming Engines en el link: <https://www.lycoming.com/content/suggestions-if-metal-found-screens-or-filter>, del Boletín de Servicio número 480 titulado “Oil Servicing, Metallic Solids Identification After Oil Servicing, and Associated Corrective Action” y del Capítulo 6-4.8.5 del Standard Practice Maintenance Manual de Continental Motors.
 - (B) Se recomienda tomar una muestra de aceite a intervalos regulares y efectuar un análisis espectrométrico (SOAP) para la identificación de partículas metálicas en el aceite.
 - (1) Para que el uso de este método sea beneficioso deben seguirse las instrucciones del fabricante en todo lo relativo al proceso de toma de muestras, análisis del aceite y evaluación de resultados.
 - (2) El objetivo de un análisis espectrométrico del aceite es examinar muestras de aceite del motor y descomponer la muestra en partes por millón para poder determinar la salud interna del motor. Esto se basa en el hecho de que todas las piezas lubricadas del motor se desgastan y depositan una cierta cantidad de partículas

metálicas en el aceite. El número de partículas por millón de cada metal determina el patrón de desgaste para el motor particular que se encuentra en análisis. Es de suma importancia comprender que el resultado del análisis sólo es aplicable al motor que se analiza, no obstante la acumulación de datos en cualquier serie de motores específica es una base para establecer estándares para esa serie de motores.

- (3) Las primeras muestras establecen una línea de base y las muestras posteriores, tomadas a lo largo del tiempo, establecen tendencias. Fabricantes como Continental Motors establecen que las primeras tres muestras establecen la línea de base de tendencia para el análisis del aceite.
- (4) Este análisis se basa en el monitoreo de tendencias, observando incrementos por encima de lo normal de la cantidad de un metal en particular en el aceite, para lo cual es muy importante construir un historial de casos de cada motor, en donde un aumento brusco en cualquier metal indicará un desgaste anormal del motor.
- (5) Estas tendencias ayudan a determinar si el material que se desgasta se desvía de la línea de base, (el establecimiento de la línea de base y las tendencias de desgaste subsiguientes suponen que el análisis es realizado por el mismo laboratorio usando el mismo método de análisis). Los resultados del análisis espectrométrico de aceite variarán por razones exclusivas del estado del motor.
- (6) Para que el análisis sea coherente y significativo debe emplearse siempre el grado adecuado de aceite, y en lo posible del mismo fabricante, recolectando muestras de aceite del motor a intervalos regulares y enviándolas al mismo laboratorio para su análisis.
- (7) El análisis también puede indicar si el aceite contiene otros contaminantes líquidos como el combustible o el agua. La contaminación del aceite por el combustible puede ser el resultado del escape de la cámara de combustión provocada por una combustión deficiente, una mala puesta a punto, mezcla de combustible inadecuada y aros desgastados. La contaminación del agua generalmente se limita al vapor condensado, pero este

vapor se combina con los productos de la combustión del combustible para formar ácidos nocivos que atacan los metales.

(8) Se recomienda la lectura del Service Letter No. L171 de Lycoming y del Capítulo 6-4.8.5 del Standard Practice Maintenance Manual de Continental Motors.

- (2) Comprobación de la compresión de los cilindros. Los desgastes en los aros del pistón y en el cilindro, y un asentamiento pobre de válvulas conducen a una pérdida significativa de potencia. La determinación de la compresión de los cilindros es un método determinante para, sin desarmar el motor, poder comprobar el sellado provisto por las válvulas y los aros del pistón.
- (i) Deben seguirse los lineamientos del fabricante para la toma de compresión diferencial y análisis de los resultados.
 - (ii) La toma de compresión debería realizarse en caliente.
 - (iii) El método preferido para verificar la compresión del motor es mediante un ensayo de compresión diferencial. Esta verificación puede efectuarse siguiendo los lineamientos de la AC 43-13.1 de la Administración Federal de Aviación de los Estados Unidos de Norteamérica, en vigencia, no obstante cada fabricante de motor posee documentos técnicos donde puede obtenerse la información necesaria para la ejecución del chequeo y la evaluación técnica de los resultados.
 - (iv) En esta prueba se introduce a través de un orificio calibrado aire a presión regulada, normalmente a $5,60 \text{ kg/cm}^2$ (80 psi/) a cada cilindro por turno, y se lee en los manómetros la presión real en cada cilindro y la presión de entrada.
 - (v) Cualquier diferencia entre la presión del cilindro y la presión que ingresa es un indicador de la condición de los aros del pistón y de las válvulas.
 - (vi) Escuchando el ruido de las fugas de aire en la toma de aire del carburador, en el tubo de escape o en el venteo del cárter o en la boca de carga de aceite, puede ser localizado el componente defectuoso.
 - (vii) Esta prueba debería ser efectuada inmediatamente después de detener el motor.
 - (viii) Deben emplearse los límites de aceptación del fabricante del motor.

Precaución: El cigüeñal debe estar inmovilizado durante el ensayo, de lo contrario, si el pistón no se encuentra en el extremo de su recorrido, el aire a presión puede causar una rotación de la hélice.

- (3) Verificación de pérdidas en los cilindros. Esta verificación sirve como un identificador de las condiciones que no se podrían detectar por una inspección visual y también sirve como una alternativa para aquellas condiciones que pueden ser difíciles de detectar debido a limitaciones visuales. La verificación se puede cumplir como sigue:
 - (i) Con el equipo de compresión diferencial conectado, se aplican $0,35 \text{ kg/cm}^2$ (5 psi) en el interior del cilindro.
 - (ii) Se sitúa el pistón en el punto muerto inferior de la carrera de compresión, asegurándose así que las válvulas permanezcan cerradas (evitando de esta manera las fugas de aire).
 - (iii) Se cubre totalmente el cilindro con una solución de agua y jabón, y posteriormente, se incrementa la presión de aire lentamente hasta alcanzar un valor máximo de $5,60 \text{ kg/cm}^2$ (80 psi).
 - (iv) Se inspecciona el cilindro completamente por pérdidas, las que pueden ser observadas por la formación de burbujas.
 - (v) Se debe repetir este procedimiento en todos los cilindros.
 - (vi) Cualquier cilindro que exhiba pérdidas en la estructura de la “cabeza o barril”, debe ser reemplazado por otro que esté en servicio.
- (4) Determinación de las RPM de referencia. El régimen ideal de las RPM de referencia debería ser una cifra estándar para cada tipo de aeronave, pero las pruebas han demostrado que esta es impracticable. La posición del motor, diferencias en los componentes (ej.: taquímetros, generadores de taquímetro, pequeñas variaciones en los pasos de la hélice, diferencias de reglaje de los carburadores, etc.) afectan de tal manera a las RPM, que se deben establecer las RPM de referencia para cada motor instalado.
 - (i) Comparando las RPM de referencia de un motor instalado en una aeronave monomotor, contra otro motor similar instalado en una aeronave multimotor, los resultados del primero son pobres para verificar la condición

de dicho motor. aunque funcionen en las mismas condiciones de desgaste y trabajen a idénticas RPM.

- (ii) Inicialmente se deberán establecer las RPM de referencia del motor cuando éste sea instalado y probado en la aeronave, luego de una recorrida general o de una inactividad prolongada del motor.
- (iii) Es necesario ajustar las RPM de referencia luego de cada una de las siguientes tareas:
 - (A) Cambio de carburador.
 - (B) Cambio o modificación de diámetro, cuerdas o paso de las palas de hélice.
 - (C) Alteración del tope del paso fino de la hélice.
 - (D) Ajuste de pasos de hélice.
 - (E) Reparación y/o reemplazo de componentes del sistema de indicación de presión de admisión o del sistema de indicación de RPM que puedan alterar la presión media de admisión o la lectura de las RPM.
- (iv) En el caso que las RPM de referencia hayan variado, se deberá registrar su valor de referencia.

NOTA 1: En muchos motores usados, las RPM observadas son consistentemente mayores que las establecidas previamente como referencia.

NOTA 2: Inicialmente deberá verificarse que las indicaciones del sistema tacométrico del motor sean las correctas, utilizando para ello un tacómetro estroboscópico portátil, o por otro método aprobado.

NOTA 3: Los motores de aspiración normal tienen que ser ensayados con “acelerador a fondo”. Cuando la aeronave está equipada con una hélice de paso variable, el operador deberá establecer las RPM máximas con la hélice en la posición de máximo paso fino. Los magnetos y los parámetros del motor, deberán ser contrastados de acuerdo con las especificaciones establecidas por el fabricante.

NOTA 4: El motor no deberá ser operado por largos períodos de tiempo con “acelerador a fondo”, sino solo el tiempo necesario para realizar las comprobaciones indicadas.

NOTA 5: Se debe evitar hacer funcionar el motor con viento cruzado, porque causa sobrecargas. No se debe realizar el ensayo con viento de cola.

- (5) Control de las RPM de referencia.
- (i) El control de las RPM de referencia se debe efectuar en cada verificación de motor.
 - (ii) Este control de RPM lo pueden emplear los mecánicos de mantenimiento en la búsqueda de fallas.
 - (iii) Siempre debe realizarse después de las reparaciones o del reemplazo de componentes que puedan afectar las RPM del motor, tal como en el caso de cambio del carburador, unidad de control de combustible, turbocompresores, magnetos, etc.
 - (iv) Este control se realiza haciendo funcionar el motor bajo condiciones que permitan verificar las RPM y compararlas con la de referencia establecida previamente.
 - (v) El procedimiento difiere si el motor es de aspiración normal o es sobrealimentado por cuanto los efectos del cambio de la presión barométrica deben ser tenidos en cuenta en el último caso.
 - (vi) Motores de aspiración normal:
 - (A) El control en los motores de aspiración normal se debe realizar al máximo régimen de funcionamiento y cuando la hélice sea de paso variable con la hélice en el tope del paso fino.
 - (B) Los cambios en la presión barométrica afectan la potencia del motor pero este efecto es compensado por los correspondientes cambios en la carga de la hélice, y por lo tanto, solo será necesario efectuar la corrección por temperatura y velocidad del viento, para lo cual se proveen gráficos de referencia.
 - (C) Las RPM observadas con acelerador a pleno, multiplicada por el factor de corrección resultará en las RPM corregidas.

- (D) Los magnetos deben probarse a las RPM especificadas por el fabricante, y anotar la presión de aceite y su temperatura.
 - (E) El motor no debe hacerse funcionar con acelerador a pleno por períodos mayores que los necesarios para efectuar estas observaciones. Una vez realizadas las mismas, se debe desacelerar lentamente el motor hasta un régimen de RPM bajas (usualmente 1000), permitiendo así que el motor se enfríe antes de su detención.
- (vii) Motores sobrealimentados:
- (A) El método estándar para probar los motores sobrealimentados en tierra, es hacer funcionar el motor a una presión de admisión constante con la hélice en el tope del paso fino, y comparar las RPM obtenidas bajo estas condiciones con las RPM de referencia previamente establecidas con el motor funcionando a la misma presión de admisión.
 - (B) Sin embargo, esta comparación tiene poco valor, a menos que ambas observaciones sean realizadas en condiciones similares de temperatura y presión barométrica. Generalmente, estas condiciones son a nivel del mar en un día estándar de 1013 hPa (29.92 pulgadas de Hg) de presión barométrica y 15°C.
- (6) Corrección de las RPM observadas. Se presenta un método para corregir las RPM observadas durante la verificación de los puntos anteriores, por el efecto de la velocidad del viento, temperatura y presión barométrica, llevando las mediciones a las condiciones de nivel del mar en un día estándar.
- (i) Velocidad del viento: las correcciones por velocidad del viento se realizan tomando como base que por cada 1,6 km/h (1 mph) del viento de frente se produce un incremento de 2 RPM.
 - (ii) Variación de la temperatura del aire exterior: para el caso de motores de aspiración normal, se puede obtener un valor de corrección aproximado considerando que el incremento o disminución de 1°C a partir de la temperatura estándar de 15°C, causará respectivamente, un aumento o una reducción de 1 RPM. Para obtener valores más precisos emplear el gráfico N° 1 del Apéndice C.

(iii) Motores sobrealimentados: la referencia debe ser hecha basándose en los gráficos N° 2 y 3 del Apéndice C. Estos gráficos son genéricos, por lo cual no consideran las características específicas de cada diseño de motor, no obstante, son lo suficientemente seguros para pruebas en tierra. Los gráficos se deben utilizar de la siguiente manera:

(A) En el gráfico N° 2 del Apéndice C, posicionarse en la presión barométrica del día en la escala horizontal. Trazar una línea vertical hasta interceptar la curva de temperatura ambiente y desde esta intersección trazar una línea horizontal hasta el eje vertical donde se puede leer el factor de corrección de las RPM observadas. La corrección puede ser hecha multiplicando las RPM observadas por este factor, pero por conveniencia, el resultado puede ser obtenido del gráfico N° 3 del Apéndice C. En este gráfico, buscar el factor de corrección en la escala vertical y proyectar una línea horizontal, luego leer las RPM observadas de la escala horizontal y proyectar una línea vertical desde ese punto hasta que las dos líneas se interceptan. Leer las RPM de la curva sobre la cual se encuentra el punto de intersección. Las RPM leídas sobre esta curva son las que deben agregarse o restarse a las RPM observadas para determinar el resultado corregido.

(B) Ejemplo: Si las RPM observadas son 2600 en un día con presión barométrica de 982 hPa (29 pulgadas de Hg) y la temperatura del aire es de 10°C sobre cero, el factor de corrección del gráfico N° 2 es 0.99. La intersección de las líneas correspondientes a 2600 RPM y 0.99 de factor de corrección en el gráfico N° 3, dan un valor aproximado de 25 RPM, a ser deducido del resultado observado. Las RPM corregidas son por lo tanto 2575 y, este es el valor de las RPM de referencia que debe ser usado como estándar para las siguientes verificaciones de potencia a realizarse en el futuro, en el mismo motor.

(7) Límites de aceptación

(i) Las RPM observadas durante el ensayo de potencia en un motor de aspiración normal, o las RPM de referencia establecidas en un motor sobrealimentado, deben ser comparadas con las obtenidas en los ensayos previos.

(ii) Al calcular los resultados debe tenerse en cuenta la influencia del medio ambiente, como la velocidad del viento, la proximidad de edificios, etc., pero las RPM nunca deben ser menores a un 3 % que las de referencia.

- (iii) Las diferencias mayores a este valor deben ser consideradas como una indicación de que la potencia ha caído. En estos casos se debe investigar las causas y realizar las correcciones necesarias. Cuando se obtienen resultados satisfactorios, las RPM deben ser registradas en los historiales del motor.
- (8) Evaluación de pérdida de potencia
- (i) Cuando el ensayo de potencia revela un funcionamiento irregular, o una pérdida de potencia de más del 3 %, el problema debe ser investigado y corregido antes del próximo vuelo.
 - (ii) Puede ser posible restaurar la potencia por ajustes y/o por reemplazo de componentes.
 - (iii) El reemplazo de las bujías, el ajuste de luz de válvulas o de platinos, los ajustes del sistema de encendido o carburación, son operaciones que conducen a mejorar la potencia y a lograr un funcionamiento más “suave” del motor.
 - (iv) Motores equipados con reductor: Para estos casos las RPM reales se obtendrán de las RPM observadas con el taquímetro portátil con la relación de reducción. Las RPM reales deberán ser aproximadas a las del taquímetro de cabina.

Patricio GARCIA
Director de Aeronavegabilidad

Apéndice A - Planilla de relevamiento de datos e inspección de motor

| PLANILLA DE RELEVAMIENTO DE DATOS E INSPECCIÓN DE MOTOR | | | | | |
|--|----------|--|---------------|------------------|----------|
| INSTRUCCIONES: El piloto y el mecánico deben completar el formulario antes o durante el intervalo de inspección. Los elementos con asterisco (*) son funciones del piloto. | | | | | |
| LUGAR Y FECHA _____ | | FECHA 1 ^{er} EXAMEN ___ / ___ / ___ | | | |
| MATRÍCULA _____ | | OPERADOR _____ | | | |
| AERONAVE MARCA Y MODELO _____ | | N/S _____ | | | |
| TALLER _____ | | | | | |
| DATOS DEL MOTOR | | | | | |
| MARCA Y MODELO _____ | | N/S _____ | | | |
| MOTOR TG _____ Hs. | | DURG _____ Hs. | | DURG _____ AÑOS. | |
| HORÓMETRO _____ Hs. | | | | | |
| DATOS AMBIENTALES | | | | | |
| TEMP. _____ | | PRESIÓN _____ | | HUMEDAD _____ | |
| VEL. VIENTO _____ | | | | | |
| TOMA DE PARÁMETROS OPERATIVOS | | | | | |
| <u>EN TIERRA</u> | | | | | |
| * CAÍDA RPM DE MAGNETO A 1500/1700 RPM DER. _____ IZQ. _____ | | | | | |
| * INDICACIÓN DE VACÍO A 2100 RPM _____ | | | | | |
| * INDICACIONES ELÉCTRICAS A 2100 RPM _____ VOLTS _____ AMPER | | | | | |
| * RPM ESTÁTICA (PASO FIJO) _____ RPM DESPEGUE (PASO CONTROLADO) _____ | | | | | |
| * PRESIÓN DE MÚLTIPLE ADMISIÓN EN EL DESPEGUE _____ | | | | | |
| <u>EN VUELO</u> | | | | | |
| * TEMPERATURA CABEZA DE CILÍNDRRO (CHT) EN CRUCERO _____ ALTITUD _____ | | | | | |
| * TEMPERATURA GASES DE ESCAPE (EGT) EN CRUCERO _____ ALTITUD _____ | | | | | |
| * PRESIÓN DE ACEITE A RPM DE CRUCERO _____ | | | | | |
| * TEMPERATURA DE ACEITE A RPM DE CRUCERO _____ | | | | | |
| * CONSUMO DE COMBUSTIBLE GALONES HORA EN CRUCERO _____ | | | | | |
| TOMA DE COMPRESIÓN DE CILÍNDRROS | | | | | |
| #1 _____ | | #5 _____ | | | |
| #2 _____ | | #6 _____ | | | |
| #3 _____ | | #7 _____ | | | |
| #4 _____ | | #8 _____ | | | |
| CONDICIÓN DE LAS BUJIAS | | | | | |
| 1 = BUENA 2 = DESGASTADA 3 = ACEITADA 4 = DEPÓSITOS DE CARBÓN 5= DEPÓSITOS DE PLOMO 6 = DAÑADA | | | | | |
| | SUPERIOR | INFERIOR | | SUPERIOR | INFERIOR |
| #1 - CILINDRO | | | #5 - CILINDRO | | |
| #2 - CILINDRO | | | #6 - CILINDRO | | |
| #3 - CILINDRO | | | #7 - CILINDRO | | |
| #4 - CILINDRO | | | #8 - CILINDRO | | |

| | | | |
|---|--|--|--|
| CONDICIÓN DEL FILTRO DE AIRE (1 = OK 2 = Sucio) _____ | | | |
| CONDICIÓN DEL FILTRO DE CARTUCHO DE ACEITE | | OK _____ | |
| PARTÍCULAS MAGNETICAS _____ | | CANTIDAD _____ | |
| PARTÍCULAS NO MAGNETICAS _____ | | | |
| CONDICIÓN DEL FILTRO DE ACEITE DE MALLA | | OK _____ | |
| PARTÍCULAS MAGNETICAS _____ | | CANTIDAD _____ | |
| PARTÍCULAS NO MAGNETICAS _____ | | CANTIDAD _____ | |
| CONSUMO DE ACEITE _____ | | QTS. _____ HORA(S) | |
| INSPECCIÓN FÍSICA (CN = CON NOVEDADES SN=SIN NOVEDADES NA=NO APLICA) | | | |
| CONDICIÓN EXTERNA | | INSPECCIÓN SISTEMA DE ADMISIÓN | |
| CONDUCTO DE AIRE CALIENTE | | FILTRO DE AIRE | |
| AGUJEROS Y FISURAS DEL SELLADOR | | CAJA DE AIRE | |
| INTER CILINDROS | | SELLADO DE PUERTA ALTERNATIVA DE AIRE | |
| REEMPLAZO O REPARACIÓN | | AIRE CALIENTE AL MOTOR | |
| BUENAS CONDICIONES/POSICIÓN CORRECTA | | SISTEMA DE IGNICIÓN | |
| INSPECCIÓN DE DEFLECTORES | | PUESTA A PUNTO DE MAGNETOS | |
| FISURAS EN EL CÁRTER | | INSPECCIÓN DEL ARNÉS | |
| EXCESIVO JUEGO EN EL EJE DE LA HÉLICE | | LIMPIEZA, LUCES Y PRUEBA DE BUJÍAS | |
| ALINEACIÓN DE PALAS DE HÉLICES | | ESCAPE | |
| SIGNOS DE SOBRECALENTAMIENTO | | FISURAS, ESTANQUEIDAD, AJUSTE, SOPORTES Y ANCLAJES | |
| CORROSIÓN | | ACCESORIOS | |
| BANCADA DE MOTOR Y AMORTIGUADORESCAPOT | | MAGNETOS, GENERADOR, UNIDAD DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE/ CARBURADOR, BOMBA DE VACÍO O PRESIÓN | |
| SIN OBSTÁCULO EN LA ENTRADA/SALIDA/ALETAS | | | |
| REGLAJE ADECUADO DE FLAP DE CAPOT Y OPERACIÓN VERIFICADA | | INDICADORES | |
| REMOCIÓN DE CADA TAPA DE BALANCÍN DE CILINDRO PARA INSPECCIÓN VISUAL DE LOS COMPONENTES DEL TREN DE VÁLVULAS. | | VERIFICACIÓN DE INSTRUMENTOS DE MOTOR: PRESIÓN DE COMBUSTIBLE, FLUJOMETRO, TEMPERATURA DE CILINDRO, TEMPERATURA DE LOS GASES DE ESCAPE | |
| SISTEMA DE COMBUSTIBLE | | | |
| PRESIÓN BOMBA COMBUSTIBLE EN BAJA: MEZCLA EN BAJA DEBE AUMENTAR 25/50 RPM | | | |
| CONSUMO COMBUSTIBLE CON ACELERADOR EN MÁXIMO LB/HS A RPM | | | |

| CONDICIÓN INTERNA DE LOS CILINDROS (BOROSCOPIA) | | | | |
|---|------------------|---------------------|----------------------------------|--------|
| | CAMISA | ASIENTOS DE VÁLVULA | | PISTÓN |
| # 1 | | | | |
| # 2 | | | | |
| # 3 | | | | |
| # 4 | | | | |
| # 5 | | | | |
| # 6 | | | | |
| # 7 | | | | |
| # 8 | | | | |
| R = RAYADURA G = GRIETAS E = EROSIÓN C = CORROSIÓN D = DISTORSIÓN P = PICADURAS | | | | |
| ANÁLISIS ACEITE | | | | |
| FECHA DE TOMA DE MUESTRA ____ / ____ / ____ | | | LABORATORIO _____ | |
| | | | FECHA INFORME ____ / ____ / ____ | |
| | RESULTADOS (PPM) | | | |
| | ALUMINIO | | | |
| | CROMO | | | |
| | COBRE | | | |
| | HIERRO | | | |
| | SILICIO | | | |
| | ESTAÑO | | | |
| | OTROS _____ | | | |

Apéndice B - Registro de tendencias

| REGISTRO DE TENDENCIAS | | | | | | | | |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| FECHA ____/____/____ MATRICULA _____ OPERADOR _____ | | | | | | | | |
| FECHA 1 ^{er} EXAMEN ____/____/____ MODELO DE MOTOR _____ N/S _____ | | | | | | | | |
| HORÓMETRO INICIO _____ HS. TACÓMETRO _____ HS. TT INICIAL _____ HS. | | | | | | | | |
| DURG INICIAL _____ HS. _____ AÑOS RPM DE REFERENCIA _____ | | | | | | | | |
| INTERVALO DE INSPECCIÓN (50/100/ANUAL) _____ TIPO DE ACEITE _____ | | | | | | | | |
| ÁREA # 1 COMPONENTES DEL BLOCK DEL MOTOR | | | | | | | | |
| ANÁLISIS DE ACEITE | INSP. 1 | INSP. 2 | INSP. 3 | INSP. 4 | INSP. 5 | INSP. 6 | INSP. 7 | INSP. 8 |
| ALUMINIO | | | | | | | | |
| CROMO | | | | | | | | |
| COBRE | | | | | | | | |
| HIERRO | | | | | | | | |
| SILICIO | | | | | | | | |
| ESTAÑO | | | | | | | | |
| PRESIÓN DE ACEITE | | | | | | | | |
| TEMP. DE ACEITE | | | | | | | | |
| FILTRO DE CARTUCHO | | | | | | | | |
| FILTRO DE MALLA | | | | | | | | |
| CONSUMO DE ACEITE | | | | | | | | |
| ÁREA #2 CONJUNTO CILÍNDRIO / PISTÓN | | | | | | | | |
| | INSP. 1 | INSP. 2 | INSP. 3 | INSP. 4 | INSP. 5 | INSP. 6 | INSP. 7 | INSP. 8 |
| *CHT | | | | | | | | |
| EGT#2 | | | | | | | | |
| COMPRESIÓN | INSP. 1 | INSP. 2 | INSP. 3 | INSP. 4 | INSP. 5 | INSP. 6 | INSP. 7 | INSP. 8 |
| CILINDRO #1 | | | | | | | | |
| CILINDRO #2 | | | | | | | | |
| CILINDRO #3 | | | | | | | | |
| CILINDRO #4 | | | | | | | | |
| CILINDRO #5 | | | | | | | | |
| CILINDRO #6 | | | | | | | | |
| CILINDRO #7 | | | | | | | | |
| CILINDRO #8 | | | | | | | | |

FECHA DE REEMPLAZO DE LA BUJÍA _____ A HORAS DEL MOTOR _____

*TEMPERATURA DE CABEZA DE CILINDRO

| CONDICIÓN DE LA BUJÍA: 1 = BIEN 2 = DESGASTADA 3 = RESIDUO DE ACEITE 4 = RESIDUO DE CARBÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|
| | INSP. 1 | | INSP. 2 | | INSP. 3 | | INSP. 4 | | INSP. 5 | | INSP. 6 | | INSP. 7 | | INSP. 8 | |
| BUJÍA | SUP. | INF. |
| CILINDRO #1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CILINDRO #2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CILINDRO #3 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CILINDRO #4 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CILINDRO #5 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CILINDRO #6 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CILINDRO #7 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CILINDRO #8 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | INSP. 1 | | INSP. 2 | | INSP. 3 | | INSP. 4 | | INSP. 5 | | INSP. 6 | | INSP. 7 | | INSP. 8 | |
| FUEL BURN | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GPH | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ÁREA #3 ACCESORIOS | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | INSP. 1 | | INSP. 2 | | INSP. 3 | | INSP. 4 | | INSP. 5 | | INSP. 6 | | INSP. 7 | | INSP. 8 | |
| | RT | LT |
| CAÍDA MAGNETO A 1500/1700 RPM | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | INSP. 1 | | INSP. 2 | | INSP. 3 | | INSP. 4 | | INSP. 5 | | INSP. 6 | | INSP. 7 | | INSP. 8 | |
| VACÍO A 1500/1700 RPM | | | | | | | | | | | | | | | | |
| VOLT / AMP A 2100 RPM | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | INSP. 1 | | INSP. 2 | | INSP. 3 | | INSP. 4 | | INSP. 5 | | INSP. 6 | | INSP. 7 | | INSP. 8 | |
| CONDICIÓN FILTRO AIRE | | | | | | | | | | | | | | | | |

FECHA REEMP. FILTRO AIRE: _____

Apéndice C – Corrección de RPM

Grafico N° 1. Corrección de RPM observadas por temperatura de aire exterior.
(Motores con aspiración normal)

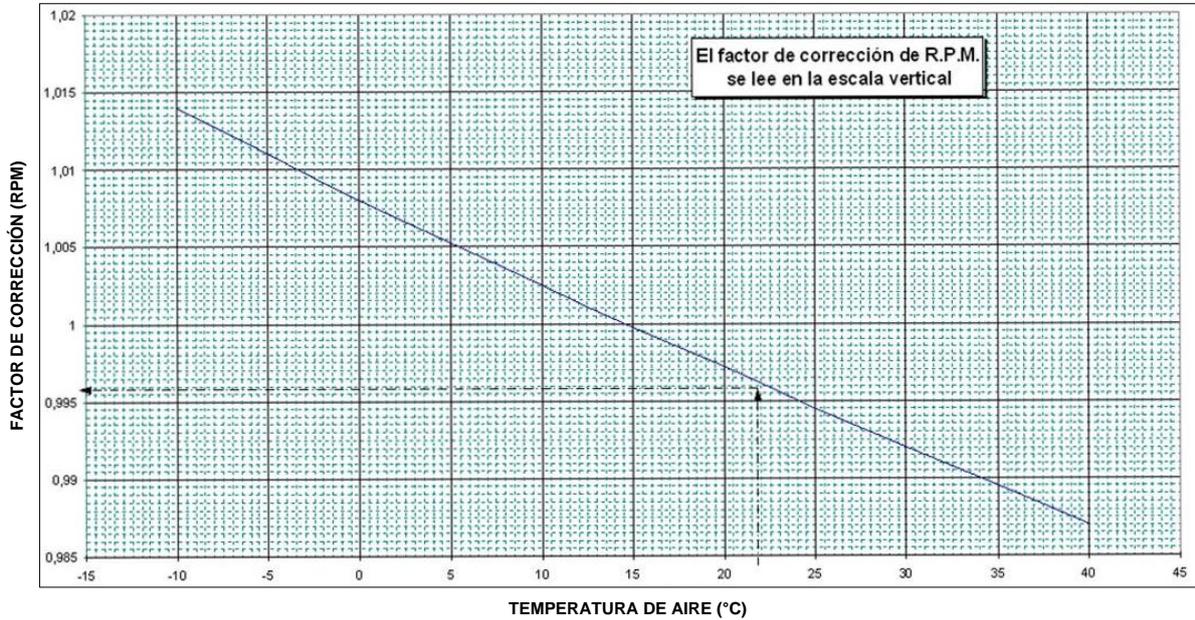


Grafico N° 2. Corrección de RPM observadas en condiciones de atmósfera estándar.
(Motores sobrealimentados)

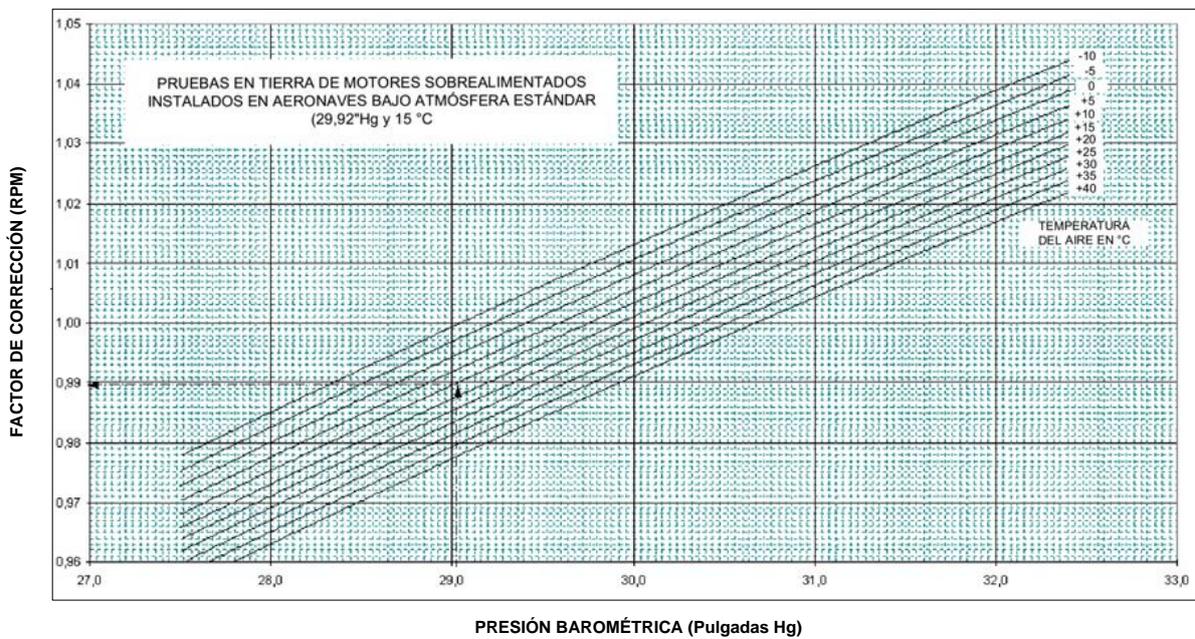


Grafico N° 3. Uso del factor de corrección.
(Motores sobrealimentados)

PRUEBAS EN TIERRA DE MOTORES SOBREALIMENTADOS INSTALADOS EN AERONAVES BAJO ATMÓSFERA ESTÁNDAR
(29.92" Hg y 15 °C)

