

Traducido por

FORMACIÓN DE HIELO EN MOTORES DE PISTÓN

PARA PILOTOS DE AVIACIÓN GENERAL

FOLLETO PARA LA PROMOCIÓN DE LA SEGURIDAD





ÍNDICE

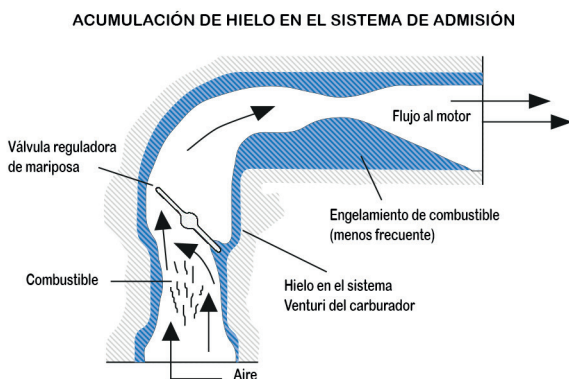
1. INTRODUCCIÓN	4
2. TIPOS DE ENGELAMIENTO	5
3. FACTORES DE MOTOR	8
4. CONDICIONES ATMOSFÉRICAS	9
5. CÓMO RECONOCER EL ENGELAMIENTO	13
6. PRÁCTICAS GENERALES	15
7. PROCEDIMIENTOS PARA EL PILOTO	19
8. RESUMEN	26

1. INTRODUCCIÓN

- a. Este folleto está destinado a ayudar a pilotos de aeronaves con motores de pistón alimentados por carburador que operan por debajo de los 10. 000 pies. Aunque se refiere principalmente a las operaciones con avión, también aplica a otras aeronaves de pistón, tales como los helicópteros.
- b. El procedimiento de formación de hielo en el sistema de admisión en los motores de pistón, a menudo, recibe el nombre de "engelamiento del carburador". El hielo puede aparecer en cualquier momento, incluso en días cálidos (incluso con temperaturas OAT de hasta 25º), especialmente si son húmedos. Si no se realiza el procedimiento apropiado, el motor puede pararse, especialmente con ajustes de potencia reducida durante el descenso, la aproximación o durante la autorrotación de los helicópteros.
- c. El hielo en el sistema de admisión del motor ha sido evaluado como probable factor contribuyente a varios accidentes de aeronave. Por desgracia, la evidencia desaparece rápido.
- d. Ciertas combinaciones de aeronave y motor son más proclives a sufrir engelamiento que otras.
- e. El manual de vuelo de la aeronave o el manual de operaciones del piloto es la fuente principal de información para cada avión. Los consejos de este folleto deben seguirse solo cuando no contradigan lo expuesto en dicho manual de vuelo.

2. TIPOS DE ENGELAMIENTO

Hay tres tipos principales de engelamiento del sistema de admisión:



a. Formación de hielo en el carburador

El tipo de formación de hielo más común es el que ocurre en el carburador; es el primero en aparecer y el más grave. Se produce por una súbita bajada de la temperatura cuando el combustible se vaporiza en el aire, y una nueva bajada cuando la presión se reduce, a medida que la mezcla pasa a través del sistema Venturi del carburador y de la válvula de mariposa.

Si la bajada de la temperatura enfría el aire por debajo del punto de rocío, el agua se condensa. Si la temperatura de la mezcla cae por debajo del punto de congelación, el agua condensada formará hielo en las paredes del carburador

El hielo bloquea gradualmente el Venturi, cambiando la proporción combustible/ aire y provocando una pérdida progresiva y lenta de potencia.

b. Formación de hielo por el combustible

El agua en suspensión que contiene el combustible puede congelarse en las tuberías de admisión, especialmente en los codos de las mismas

c. Formación de hielo por impacto

En condiciones de nieve, aguanieve o nubes engelantes, el hielo puede formarse y acumularse en las tomas de aire, en los filtros, en las válvulas del aire alternativo, etc. También puede formarse en condiciones de lluvia si la temperatura de dicha lluvia o de la aeronave se encuentra por debajo de 0°C.

El hielo por impacto puede afectar tanto a los sistemas de inyección de combustible como a los carburadores, y en motores turboalimentados este tipo de engelamiento es el que supone un riesgo más importante. Es muy improbable que se elimine este tipo de hielo seleccionando el aire caliente del carburador, si bien

al seleccionarlo, o al seleccionar aire alternativo en un motor de inyección, la entrada de aire al motor se efectuará evitando la toma normal y permitirá que el motor funcione normalmente, aunque con una probable reducción de potencia. Este folleto está destinado a ayudar a pilotos de aeronaves con motores de pistón alimentados por carburador que operan por debajo de los 10.000 pies. Aunque se refiere principalmente a las operaciones con avión, también aplica a otras aeronaves de pistón, tales como los helicópteros.

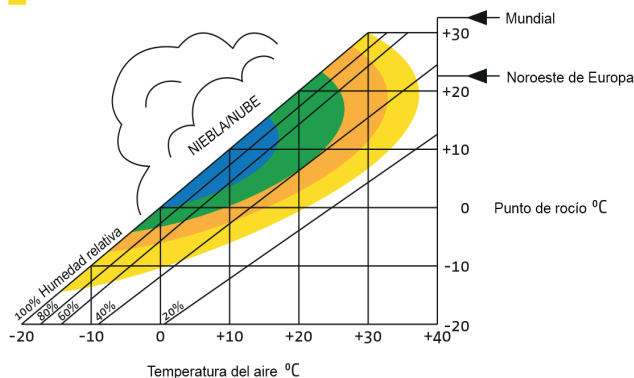
3. FACTORES DE MOTOR

- a. La formación de hielo en el carburador es más probable cuando se usa MOGAS (combustible de automoción), dada su volatilidad y contenido en agua.
- b. Los ajustes de potencia reducida hacen a los motores más proclives a la formación de hielo. Las temperaturas de admisión son más bajas y la válvula de mariposa, parcialmente cerrada, puede obturarse con más facilidad por la acumulación de hielo. Este problema es especialmente importante si el motor reglado por debajo de su potencia real, como ocurre en muchos helicópteros con motores de pistón y en algunos aviones.
- c. La gravedad del englamiento puede aumentar si el Venturi tiene una superficie rugosa.
- d. Los motores refrigerados por agua tienden a enfriarse más lentamente cuando se reduce la potencia, lo que reduce la gravedad del englamiento del carburador. Si el sistema de refrigeración rodea el cuerpo del carburador, puede que la temperatura del sistema Venturi permanezca por encima del punto de congelación.

4. CONDICIONES ATMOSFÉRICAS

- a. El engelamiento del carburador no ocurre solo con tiempo frío. También se produce en días cálidos si la humedad es alta, especialmente con ajustes de baja potencia. Durante la realización de ensayos en vuelo se ha detectado un importante engelamiento del motor, seleccionando potencia de descenso, con temperatura de aire por encima de los 25 °C, incluso con una humedad relativa inferiores al 30 %.

- Engelamiento grave - cualquier potencia
- Engelamiento moderado - potencia de crucero
Engelamiento grave - potencia de descenso
- Engelamiento grave - potencia de descenso
- Engelamiento ligero - potencia de crucero o de descenso



Con potencia de crucero, se producía engelamiento a 20 °C cuando la humedad relativa era del 60 % o superior. Los días claros y fríos de invierno son menos peligrosos que los días húmedos de verano, porque el aire frío admite menos humedad que el aire cálido. En áreas de Europa, en las que es habitual una humedad muy alta, los pilotos deben estar constantemente alerta ante el posible engelamiento del carburador y tomar acciones correctivas antes de que la situación se vuelva irreversible. Si el motor falla por engelamiento del carburador puede que no vuelva a arrancar (e incluso si lo hace, el tiempo que el motor está parado podría ser crítico).

b. El engelamiento del carburador puede producirse en aire claro, sin ninguna advertencia visual. El riesgo de engelamiento puede ser mayor en las nubes, pero es menos probable que sorprenda al piloto.

c. Las predicciones meteorológicas para la aviación, por lo general, no incluyen advertencias específicas sobre formación de hielo en el sistema de admisión. Por este motivo, los pilotos deben hacer uso de su conocimiento y experiencia. Los valores de temperatura exterior punto de rocío similares a los del punto de rocío implican que la humedad relativa es alta. Sin embargo, puede haber muy poca relación entre la humedad de la que informa un aeródromo y la humedad que existe en altura. Cuando no hay información disponible sobre el punto

de rocío, asuma que las condiciones son de humedad elevada, especialmente cuando:

- haya nubosidad o niebla; son gotas de agua y debe asumirse que la humedad relativa es del 100 %.
- se vuela en aire claro donde pueda haber habido nubosidad o niebla que se hayan dispersado recientemente, o justo por debajo de la parte superior de una capa de neblina;
- se encuentre justo por debajo de la base de nubes o entre capas de nubosidad (el mayor contenido de agua líquida se encuentra en las partes superiores de las nubes);
- haya precipitaciones, especialmente, si son persistentes;
- la visibilidad en superficie y a bajo nivel es mala, sobretodo a primera hora de la mañana y última de la tarde, y especialmente, cerca de una gran superficie de agua;
- el suelo esté húmedo (incluso con rocío) y el viento sea flojo.

Sin embargo, la falta de tales indicadores no implica que haya baja humedad.

d. La tabla I muestra una amplia gama de condiciones ambientales en las que es más probable que se produzca el engelamiento del carburador. En particular muestra que el riesgo de engelamiento es mucho más alto con potencia de descenso.

5. CÓMO RECONOCER EL ENGELAMIENTO

- a. Los párrafos 5, 6 y 7 deben ayudarle a evitar el engelamiento, pero siempre tendrá que consultar las secciones pertinentes del manual de operaciones del piloto (POH) o del manual de vuelo y tener en cuenta los procedimientos específicos relativos a combinaciones concretas de aeronave y motor.

Estos procedimientos pueden ser diferentes para distintos modelos del mismo tipo de aeronave.

- b. Si la aeronave cuenta con un sistema de hélice de paso fijo, las señales más claras de engelamiento en el carburador son una ligera caída de las rpm y del rendimiento (velocidad indicada, y/o altitud). El piloto puede aplicar potencia para compensar una pérdida suave y gradual de las rpm, sin darse cuenta de la pérdida de prestaciones. A medida que aumenta la cantidad de hielo, se produce un funcionamiento incorrecto, vibraciones y finalmente, se producirá la parada de motor. Como procedimiento rutinario, los pilotos deben comparar el **indicador de rpm** con las indicaciones del anemómetro y del altímetro.

- c. Con una hélice de velocidad constante, o en un helicóptero, la reducción en las rpm solo se produciría tras una gran pérdida de potencia. La aparición del hielo es más traicionera, pero pérdida de rendimiento del motor se mostrará como **una caída de la presión de admisión**.

d. En vuelo nivelado, si se dispone de indicador de temperatura de gases de escape (EGT), puede observarse un descenso en la temperatura antes de un descenso significativo del rendimiento del motor y de la altura de la aeronave.

6. PRÁCTICAS GENERALES

- a. Algunos motores cuentan con calentadores eléctricos que incrementan la temperatura del cuerpo del carburador, propiciando la eliminación de hielo. Puede obtenerse un efecto similar en un motor de refrigeración hidráulica en el que se aproveche el flujo de refrigerante.
- b. En otros motores refrigerados por aire, el engelamiento del carburador, por lo general, se elimina con la selección por parte del piloto de una fuente de aire alternativa que suministra aire que ha sido calentado en un intercambiador de calor para derretir la obstrucción de hielo. Esta fuente de aire evita el paso por el filtro de toma de admisión.
- c. Los motores de inyección de combustible, por lo general, tienen una toma de aire alternativa dentro del capó del motor. Este aire alternativo, por lo general, no pasa a través de un intercambiador de calor, pero puede calentarse con el calor del motor.
- d. Siempre que aplique aire caliente al carburador, ponga el mando de calefacción al máximo; el aire parcialmente caliente solo debe emplearse si así lo recomienda el manual de vuelo o el POH.

e. Seleccione la calefacción del cuerpo del carburador siempre que sea probable el engelamiento del carburador. Debe seleccionarse el aire caliente:

- de forma rutinaria, comprobar a intervalos regulares para evitar la acumulación de hielo
- siempre que haya una caída en las rpm o en la presión del admisión o cuando se experimente un funcionamiento irregular del motor,
- cuando se sospecha que hay un posible engelamiento del carburador, y
- cuando se vuele en el rango de probabilidades altas de engelamiento reflejadas en la tabla I.

Tenga en cuenta que, al seleccionar aire caliente, se reduce la potencia del motor (de la misma forma que lo hace el calentamiento del cuerpo del carburador, pero en mucha menor medida). Esta pérdida de potencia puede ser crítica en ciertas fases del vuelo, por ejemplo, durante una frustrada.

f. En vuelo de crucero, aplique la calefacción del carburador a intervalos regulares para evitar la formación de hielo. Aplíquelo, al menos, durante 15 segundos (aunque el tiempo

puede ser considerablemente mayor en ciertas aeronaves) para prevenir la pérdida de la potencia de motor o para restaurarla.

- g. Si el aire caliente ha deshecho el hielo que ha provocado la pérdida de potencia, si se vuelve a seleccionar el aire frío debe producirse un aumento de las rpm o de la presión de admisión por encima de la lectura que se obtenía cuando se seleccionó el aire caliente. Esto muestra que se ha formado hielo, ¡pero no prueba que se haya derretido del todo! Repita el procedimiento hasta que no haya un aumento de las rpm's o de la presión de admisión. Una vez conseguido esto, vigile los instrumentos de motor y lleve a cabo las comprobaciones rutinarias más a menudo. Si no hay engelamiento en el carburador, no debería producirse un aumento de las rpm o de la presión de admisión por encima de la cifra observada antes de seleccionar el aire caliente.
- h. Si selecciona el aire caliente cuando hay hielo, la situación, al principio, puede parecer que empeora, porque el motor funcionará peor a medida que el hielo se derrita y pase junto con el combustible . **No caiga en la tentación de volver el mando a la posición de frío (COLD).** Dé tiempo a que el aire caliente elimine el hielo. **El tiempo puede ser superior a 15 segundos**, ¡y pueden hacerse muy largos!
- i. A no ser que sea necesario, evite usar el aire caliente de forma continua con ajustes de potencia alta. Sin embargo,

la calefacción del carburador debe aplicarse con la suficiente antelación al descenso como para calentar la toma de admisión de aire, y se debe seguir aplicado al máximo durante el descenso, ya que el motor es más susceptible al engelamiento del carburador a ajustes reducidos de potencia.

7. PROCEDIMIENTOS PARA EL PILOTO

a. Mantenimiento

Compruebe periódicamente la operatividad y el estado del sistema de calefacción del carburador. Preste particular atención a las juntas, que pueden haberse deteriorado y permiten que el aire frío se mezcle con el caliente.

b. Encendido

Arranque el motor con el control del aire caliente del carburador en posición **COLD (carburator heat..off)**.

c. Rodaje

Aunque la calefacción del cuerpo del carburador podría estar seleccionada como ON, el uso del aire caliente del carburador, por lo general, no se recomienda durante el rodaje: normalmente, el aire cuando se ha seleccionado la posición HOT no pasa por el filtro del aire. Sin embargo, el hielo puede formarse con ajustes de potencia bajos en el rodaje, y si no se elimina, puede provocar un fallo de motor al despegue. Si necesita la calefacción del carburador, ÚSELA.

d. Comprobaciones de potencia en tierra

Seleccione el aire caliente del carburador al máximo en ON durante, al menos, 15 segundos. Compruebe que la potencia desciende notablemente cuando se selecciona el aire caliente (normalmente 75 – 100 rpm o 3– 5” de presión admisión) y que la potencia vuelve a recuperarse cuando se vuelve a seleccionar

el aire frío (pero nunca a un nivel más alto que el anterior). Si la potencia da una lectura superior, habría hielo y deben llevarse a cabo más comprobaciones hasta que el hielo se haya limpiado.

e. Inmediatamente antes del despegue

Dado que el engelamiento puede producirse cuando se realiza el rodaje a bajos ajustes de potencia, o cuando el motor está al ralentí, seleccione el aire del carburador en ON durante un mínimo de 15 segundos, y después, seleccione OFF inmediatamente antes del despegue para limpiar cualquier acumulación de hielo. Si la aeronave se mantiene en el punto de espera en condiciones de alta humedad, puede que sea necesario llevar a cabo los pasos anteriores más de una vez para limpiar el hielo que pueda haberse formado.

f. Despegue

Asegúrese de que el motor esté lo suficientemente caliente como para proporcionar calor al cuerpo del carburador si es necesario. Inicie solo el despegue cuando esté seguro de que el motor dispone de potencia completa. A medida que aumenta la velocidad indicada (IAS) , compruebe que las rpm con potencia de despegue y/o la presión de admisión son las esperadas.

El aire caliente del carburador NO debe usarse durante el despegue a no ser que esté especialmente autorizado en el manual de vuelo o en el manual de operaciones del piloto.

g. Ascenso

Vigile los síntomas de engelamiento en el carburador, especialmente cuando la humedad es visible o si las condiciones aparecen reflejadas en el rango de alto riesgo de la tabla. Sepa si su manual de vuelo restringe el uso de la calefacción del carburador a toda potencia.

h. Crucero



Evite las nubes siempre que pueda. Controle los instrumentos de motor en busca de cambios que pudieran indicar formación de hielo. Si dispone de un sistema de calefacción del cuerpo del carburador, compruebe que esté en ON siempre que pueda

formarse de hielo en el carburador. Si dispone de sistema de aire caliente del carburador, haga una comprobación de la calefacción del carburador (ver punto (i) a continuación, “**Comprobación rutinaria con calefacción del carburador**”), al menos cada 10 minutos, o con más frecuencia si hay posibilidad de engelamiento. Si ha perdido potencia debido a la formación de hielo, **use la calefacción al máximo** y tenga en cuenta la advertencia ya hecha en el punto 6 (h).; puede que lleve 15 segundos o más limpiar el hielo, y el motor seguirá funcionando toscamente a medida que el hielo se derrite y pasa por él. Si el engelamiento es tan grave que el motor se ha parado, mantenga seleccionado el aire caliente; el calor que queda en el escape puede ser efectivo (abrir gas por completo y cerrar el control de mezcla durante un tiempo también puede que ayude).

i. Comprobación rutinaria con calefacción del carburador

- Anote las RPM /la presión de admisión (considere aumentar ligeramente la potencia antes para evitar una reducción en el rendimiento durante la comprobación)
- Aplique el aire caliente del carburador al máximo durante al menos 15 segundos.
- Vuelva a pasar de la posición de aire caliente a la de frío. Las RPM/la presión admisión volverán, aproximadamente, a la indicación inicial si no había hielo. Si la indicación es **superior**, significa que había hielo y que puede que aún no

se haya eliminado por completo, por lo que debe repetir la comprobación hasta no obtener ningún aumento.



j. Descenso y aproximación

El engelamiento del carburador es mucho más probable que ocurra con potencia reducida, por lo que debe seleccionar la calefacción del carburador antes de que la potencia se reduzca para el descenso, y especialmente si esta entrenando un aterrizaje forzoso o una autorrotación en un helicóptero (Se recomienda realizar una comprobación completa con la calefacción del carburador justo antes de seleccionar el aire caliente para el descenso). Mantenga la calefacción al máximo (posición FULL) durante periodos largos de vuelo en los que use ajustes

de potencia reducida. A intervalos de unos 500 pies, o más a menudo si las condiciones lo requieren, aumente a potencia de crucero para calentar el motor y para proporcionar el calor suficiente para derretir el hielo.

k. Tramo de viento en cola

La comprobación previa al aterrizaje debe incluir la comprobación de la calefacción del carburador en crucero explicada en el punto 6(i) anterior. Puede que quiera seleccionar y dejar la calefacción puesta, sin embargo, la velocidad o la altitud disminuirán a no ser que se haya aumentado la potencia de antemano.

l. Tramo base y aproximación final



A no ser que se especifique otra cosa en el manual de operaciones del piloto o en el manual de vuelo, seleccione HOT tiempo antes de reducir la potencia y manténgalo así hasta la toma. En ciertas configuraciones de motores, para garantizar una mejor respuesta del motor y para permitir una maniobra rápida de motor y al aire, puede ser recomendable quitar el aire caliente del carburador y pasarlo a la posición COLD a unos 200 o 300 pies de altitud durante la aproximación final.

m. Frustrada o toma y despegue

Cuando aplique potencia en esta situación asegúrese de seleccionar COLD en ése momento o inmediatamente después de hacerlo.

n. Después del aterrizaje

Ponga de nuevo el aire caliente a COLD antes del rodaje, si no lo ha hecho ya.

8. RESUMEN

» El hielo se forma sigilosamente.

» Algunas combinaciones de aeronave/motor son más susceptibles a la formación de hielo que otras.

» El hielo puede producirse en condiciones cálidas y con humedad y en cualquier momento del año.

» El uso de MOGAS hace que el engelamiento del carburador sea más probable.

» Con ajustes de potencia reducida, como en los usados en descensos o en circuito, es más probable que se produzca engelamiento del carburador.

» Calentar el motor antes del despegue mejora la eficacia de cualquier método de calefacción del cuerpo del carburador.

» Utilice el aire caliente del carburador con frecuencia cuando vuele en condiciones en las que pueda formarse hielo en el carburador. Recuerde que el indicador de RPM es el principal instrumento para comprobar la formación de hielo en una hélice de paso fijo; el de presión de admisión lo es para hélices de paso variable.

» No use el mando de aire caliente del carburador en posiciones intermedias, sino como si sólo tuviera dos posiciones: ON (calor al máximo) y OFF(frío al máximo).

» Al aplicar calor piense que se necesita un tiempo para que cumpla con su función y que es posible que el motor no funcione “redondo” mientras el hielo se está deshaciendo.

» Usar los procedimientos apropiados puede EVITAR ESTE PROBLEMA.

FINALMENTE

Si el sistema de calefacción del carburador falla durante el vuelo:

- Evite condiciones que puedan provocar engelamiento del carburador.
- Mantenga ajustes altos de potencia: gases a tope si es posible.
- Empobrezca ligeramente la mezcla.
- Aterrice en cuanto sea razonablemente posible.

NOTAS

© 2014 Pearson Education, Inc. or its affiliate(s). All rights reserved.

PIE DE IMPRENTA

Aviso legal:

Los puntos de vista explicados en este folleto son responsabilidad exclusiva del EGAST. Toda la información proporcionada incluye únicamente datos de carácter general, sin que pretenda responder a las circunstancias específicas de ninguna persona o entidad concretas. Su único propósito es proporcionar orientación sin afectar de forma alguna al estado de las disposiciones legislativas y normativas oficialmente adoptadas, incluyendo los Medios Aceptables de Cumplimiento (AMC) o los Materiales de Guía (GM). Esta información no pretende ni debe ser tomada como una forma de garantía, representación, asunción, contrato o como cualquier otro tipo de compromiso vinculante por la ley sobre el EGAST, sus participantes o sus organizaciones afiliadas. La adopción de tales recomendaciones está sujeta a un compromiso voluntario, siendo responsabilidad exclusiva de aquellos que respaldan dichas acciones.

En consecuencia, el EGAST y sus participantes u organizaciones afiliadas no asumen de forma explícita o implícita ninguna garantía o responsabilidad por la precisión, integridad o utilidad de cualquier información o recomendación incluida en este folleto. Hasta el punto permitido por la ley, el EGAST y sus participantes u organizaciones afiliadas no serán responsables de ningún tipo de daño o de cualquier otra reclamación o demanda derivada de o relacionada con el uso, copia o muestra de este folleto.

Créditos de las imágenes:

Jürgen Mies, Clement Audard, David Cockburn y Jan Fridrich

Edición en español por cortesía de la

AGENCIA ESTATAL DE SEGURIDAD AÉREA (AESA)

EGAST

Component of ESSI



European General Aviation Safety Team

Setiembre 2017

GRUPO EUROPEO PARA LA SEGURIDAD EN LA AVIACIÓN (EUROPEAN GENERAL AVIATION SAFETY TEAM, EGAST)

Componente de la Iniciativa Europea de Seguridad Estratégica
(European Strategic Safety Initiative, ESSI)

AGENCIA EUROPEA DE SEGURIDAD AÉREA (EUROPEAN AVIATION SAFETY AGENCY, EASA)

Safety Intelligence and Performance Department
Konrad-Adenauer-Ufer 3
50668, Colonia, Alemania



Correo electrónico: safetypromotion@easa.europa.eu

Web <https://www.easa.europa.eu/easa-and-you/safety-management/safety-promotion>