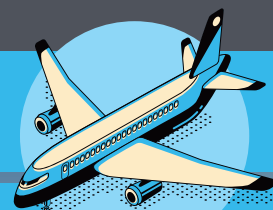


ALERTA DE SEGURIDAD OPERACIONAL

Documento elaborado en colaboración con el **Servicio Meteorológico Nacional**



Modo: Aeronáutico

FORMACIÓN DE HIELO EN TIERRA (GROUND ICING)



Esta alerta está destinado principalmente a pilotos y aquellas personas que toman decisiones operativas de deshielo y antihielo. Esto incluye a los pilotos de organizaciones privadas, así como a aquellos que realizan operaciones comerciales, corporativas, de taxi aéreo o de carga en aeronaves de ala fija y rotante.

¿QUÉ ES EL GROUND ICING?

El ground icing es la contaminación de hielo sobre cualquier superficie de la aeronave que se encuentra en tierra. Se produce por una combinación de baja temperatura ambiente y de los planos y una humedad relativa elevada.

Dentro de los diferentes tipos de formación de ground icing podemos mencionar los siguientes:

Escarcha o helada (active frost)

La formación de escarcha consiste en la congelación del vapor de agua en pequeños cristales de hielo sobre la superficie sobre los planos de la aeronave con temperaturas inferiores a 0°C y elevada humedad relativa (por encima del 90%). Por lo general ocurre en ausencia de luz solar, ya sea a la sombra o bien en horas de la noche y tiene su máxima incidencia al amanecer.

Hielo claro (clear ice)

El hielo claro consiste en la formación de hielo transparente de alta densidad que afecta principalmente a las superficies críticas¹ de la aeronave. Este tipo de hielo es el más difícil de detectar y puede afectar gravemente la seguridad operacional, dado que muchos mecanismos anti-icing² y de-icing³ en ciertos tipos de aeronaves son ineficientes para prevenirlo o removerlo.

Este tipo de hielo puede presentarse en tres formas:

1. Lluvia o llovizna engelante: las gotitas lluvia o llovizna caen en estado líquido con temperatura por debajo de 0°C -superenfriada- y cambian abruptamente al estado sólido (hielo) al colisionar con los planos o superficies críticas de la aeronave.

1. Superficies críticas: Alas, superficies de control, hélices, estabilizadores horizontales, estabilizadores verticales o cualquier otra superficie estabilizadora de una aeronave. Estas superficies deben estar completamente libres de hielo, nieve, aguanieve o escarcha antes del despegue. Las superficies críticas deberían ser determinadas por el fabricante de la aeronave. OACI (2018). Manual of Aircraft Ground De-icing/Anti-icing Operations. Doc- 9640. AN/940
2. Anti-icing: es el proceso mediante el cual se previene la formación y acumulación de la escarcha, la nieve, el hielo o el aguanieve de las distintas superficies de la aeronave.
3. De-icing: es el proceso mediante el cual se elimina la escarcha, la nieve, el hielo o el aguanieve de las distintas superficies de la aeronave.

2. Niebla engelante: se produce cuando la aeronave está expuesta a condiciones de niebla, con alta humedad relativa y temperatura de 0°C . Análogamente al caso de la lluvia o llovizna engelante, las gotitas de nube -niebla- en estado líquido se transforman en hielo cuando interceptan los planos de la aeronave con temperaturas por debajo de 0°C .
3. Efecto humedad por enfriamiento (cold soak effect): puede existir en el caso en que una aeronave realice un turn-around⁴, llegando a superficie con una temperatura alar inferior a 0°C ; si hay precipitación líquida con temperaturas cercanas a 0°C , puede generarse englamamiento de manera análoga al caso de lluvia o llovizna engelante. Este efecto se produce cuando las alas de la aeronave contienen combustible con temperaturas por debajo de 0°C debido al vuelo efectuado en niveles altos o bien, fue repostado con combustible a muy baja temperatura y la temperatura ambiente varía entre -2°C y $+15^{\circ}\text{C}$, con elevada humedad relativa, es decir diferencias pequeñas entre temperatura y temperatura del punto de rocío cercana.

En este efecto contribuyen los siguientes aspectos:

- La temperatura
- La cantidad y tipo de combustible en los tanques,
- Tipo y ubicación de los tanques
- El tiempo de vuelo a altos niveles
- La temperatura del combustible al repostar y tiempo transcurrido desde la recarga



4. Turn-around indica el tiempo entre que una aeronave aterriza y vuelve a despegar.

Efectos de la formación de hielo en las superficies críticas

La contaminación de los planos con escarcha, hielo claro o bien con lluvia o llovizna engelante producen una pérdida de la performance de la aeronave debido a:

- La pérdida de sustentación
- El incremento del peso
- El incremento de la resistencia aerodinámica
- La reducción del empuje disponible (caso engelamiento tipo ice-crystal icing)
- La reducción del ángulo de ataque para la entrada en pérdida

Las áreas críticas más afectadas son los bordes de ataque de las alas, los estabilizadores vertical y horizontal, y los timones de dirección (rudder) y de profundidad (elevador).



La contaminación en estos planos cambia el flujo de aire desprendiendo la capa límite⁵ alar, creando un flujo turbulento y la restricción del movimiento de las superficies de móviles (slats, flaps, alerones, rudder, elevador y tabs).

El fuselaje, si bien no es una superficie crítica de sustentación, también debe mantenerse limpio ya que durante el despegue una ruptura de la capa de hielo, al desprenderse, puede dañar los motores, las alas y/o estabilizadores.

En los helicópteros, la acumulación de hielo puede afectar el rendimiento de las palas del rotor principal como así también su estructura. Un rotor contaminado puede perder hasta un 50% de su capacidad de sustentación comparado con un rotor limpio. Además, el hielo acumulado en las palas, al girar, puede desprenderse y producir daños al personal o material.

Detección de señales de contaminación

Los informes meteorológicos se utilizan para ayudar a anticipar la contaminación por congelamiento en el suelo y en el aire. Temperaturas debajo de los 15°C y temperatura del punto de rocío cercana, pueden dar indicios de formación de hielo, aunque no haya precipitación.

En una noche húmeda, con bajas temperaturas y la aeronave a la intemperie durante varias horas, el mismo rocío puede llegar a congelarse, generarse helada y comprometer las superficies de la aeronave.

El hielo claro es muy difícil de detectar a simple vista, se debe chequear la formación de éste principalmente en el borde de ataque y la parte de debajo del ala.

Las secciones enfriadas por combustible afectan a la superficie alar aunque también afecta a las punteras de ala y si hubiese un tanque de combustible, a la sección de la cola de la aeronave.

5. El flujo de aire alrededor de una superficie, se adhiere a la misma debido a la fricción, provocando que la velocidad del flujo sea nula. A su vez, a medida que nos alejamos de la superficie, la velocidad del flujo aumenta gradualmente hasta ser la misma que la de la corriente libre por los efectos de la viscosidad. Esta distancia entre el punto de velocidad nula y donde se alcanza la velocidad de la corriente libre, es el espesor de la capa límite. Existen dos tipos, laminar donde el flujo es ordenado, y turbulenta donde el flujo es caótico.

BUENAS PRÁCTICAS

- ✓ Pase la mano por la superficie para ayudar a identificar si hay formación de hielo o no. El tacto también ayudará a determinar si una capa de agua se ha congelado, formando una ligera capa de hielo en alguna superficie de la aeronave. El contacto con las manos es la mejor manera de detectar el hielo claro (clear ice, cold soak).
- ✓ Observe en el interior de las tomas de aire de motor y del sistema pitot, donde la deposición de hielo puede ocultarse de la vista. En caso de ala alta o admisión de motor alta, use escalones u otro equipo de acceso para realizar una inspección visual adecuada.
- ✓ Utilice todos los elementos disponibles para limpiar las superficies críticas de la aeronave. Mantenga su avión siempre limpio y no dude en descongelarlo si es necesario.
- ✓ Si se anticipan condiciones de formación de hielo durante el vuelo, pero su aeronave no está certificada para volar en estas, posponga la salida. Cuando realice el recorrido previo al vuelo, solo una inspección visual y táctil minuciosa de la aeronave, le dirá si realmente tiene contaminación, incluso si tomó medidas preventivas.
- ✓ Si cuenta con líquidos para deshielo o anticongelantes, verifique las tablas de tiempo para el despegue. Limpiar las superficies, pero con tiempos de rodaje prolongados, puede volver a provocar la contaminación de estas.
- ✓ Ante cualquier duda, deténgase, baje del avión y asegúrese que las superficies críticas estén limpias antes de comenzar la carrera de despegue.



- ✓ Para helicópteros, es recomendable mantenerlos bajo un área cubierta o en un hangar cuando sea posible. Si se encuentra al aire libre, utilice fundas o cobertores que suministrarán una adecuada protección siempre que se instalen sobre un helicóptero seco. Debido a que no es práctico cubrirlo íntegramente cuando no se encuentre protegido por un techo, aquellas partes que queden descubiertas o cerca de los bordes del cobertor requerirán una inspección más detallada.
- ✓ En helicópteros equipados con esquís, verificar que no se haya formado hielo entre la superficie de apoyo de los esquís y los tubos, ya que podría ser necesaria una mayor potencia para despegar, lo que podría provocar una maniobra brusca. En caso de que no se pueda eliminar el hielo, es recomendable iniciar un ascenso estacionario y, cuando se encuentre “liviano sobre los esquís”⁶, mover suavemente el helicóptero sobre su eje vertical con una pequeña aplicación en ambos pedales (guiñada), para intentar quebrar el hielo que se encuentre entre el suelo y los tubos de los esquís.
- ✓ El concepto de avión limpio es fundamental para la seguridad operacional del vuelo. Se considera avión limpio cuando todas las superficies de vuelo están totalmente limpias o fueron limpiadas con fluidos descongelantes y protegidas con anticongelantes, asegurando que la aeronave mantenga sus superficies aerodinámicas en correctas condiciones para el vuelo.

6. Es un término utilizado por los helicopeteristas que se refiere a cuando el helicóptero empieza a poner potencia y comienza a elevarse, pero todavía no despegó totalmente los esquís del piso.