

**RESUMEN DE DATOS**

**LOCALIZACIÓN**

Fecha y hora	<b>Lunes, 28 de febrero de 2005; 06:16 h UTC</b>
Lugar	<b>Aeropuerto de Barcelona</b>

**AERONAVE**

Matrícula	<b>EC-IHD</b>
Tipo y modelo	<b>CESSNA 208B Grand Caravan</b>
Explotador	<b>Alaire</b>

**Motores**

Tipo y modelo	<b>PRATT &amp; WHITNEY CANADA PT6A-114A</b>
Número	<b>1</b>

**TRIPULACIÓN**

	Piloto al mando	Copiloto
Edad	<b>30 años</b>	<b>23 años</b>
Licencia	<b>Piloto comercial de avión</b>	<b>Piloto comercial de avión</b>
Total horas de vuelo	<b>3.360 h</b>	<b>600 h</b>
Horas de vuelo en el tipo	<b>750 h</b>	<b>400 h</b>

**LESIONES**

	Muertos	Graves	Leves/ilesos
Tripulación			<b>2</b>
Pasajeros			
Otras personas			

**DAÑOS**

Aeronave	<b>Menores</b>
Otros daños	<b>Ninguno</b>

**DATOS DEL VUELO**

Tipo de operación	<b>Líneas aéreas – Interior – Regular de carga</b>
Fase del vuelo	<b>Despegue</b>

**INFORME**

Fecha de aprobación	<b>27 de septiembre de 2006</b>
---------------------	---------------------------------

## 1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS

### 1.1. Reseña del vuelo

El lunes 28 de febrero de 2005, la aeronave EC-IHD, operada por la compañía Alaire, inició el despegue a las 06:13 h UTC<sup>1</sup> desde la pista 07L del Aeropuerto de Barcelona con objeto de realizar un vuelo de carga (correo urgente) con destino Palma de Mallorca.

Al minuto aproximadamente de haber iniciado la carrera de despegue, cuando la aeronave se encontraba en el tramo de ascenso inicial a unos 800 ft de altura, el piloto, tras notar que la aeronave empezaba a vibrar y que era incapaz de mantener la velocidad y la altura a pesar de aumentar la potencia, declaró emergencia y sus intenciones de volver al aeropuerto.

El piloto, después de realizar un viraje de 180° hacia la izquierda, y considerando la imposibilidad de alcanzar la pista debido a la baja altura a la que estaban, aterrizó (previa autorización por parte de ATC) por la calle de rodaje Tango paralela a la pista 07L-25R a las 06:16 h.

El aterrizaje de emergencia se realizó con normalidad y la aeronave no sufrió daños aparentes realizando el rodaje por sus propios medios hasta el mismo puesto de estacionamiento del que había partido.

Durante el rodaje, cuando el controlador de rodadura le preguntó el motivo de la emergencia, el piloto le contestó que había sido por formación de hielo.

Las condiciones meteorológicas en el aeropuerto en las horas anteriores al suceso y durante el mismo eran malas (había una ola de frío polar en la Península, las temperaturas eran bajas, el contenido de humedad en el aire era alto y estaba nevando).

### 1.2. Daños ocasionados en el incidente

Los daños directos e indirectos ocasionados por el aterrizaje de emergencia fueron los siguientes:

- **Tripulación:** ninguno.
- **Aeronave:** desde que el piloto notó que la aeronave era incapaz de ascender y mantener la velocidad y altura hasta que aterrizó en la calle de rodaje transcurrieron alrededor de 60 segundos. Durante este tiempo, para intentar recuperar el control de la aeronave, el piloto llevó el motor a máxima potencia, por lo que en una

<sup>1</sup> Salvo que se especifique lo contrario, las referencias horarias utilizadas en este informe serán horas UTC. Para el período estacional de invierno en el que ocurrió el incidente la correspondencia es Hora local = Hora UTC + 1.

primera valoración los daños se limitaron a los derivados de una condición de operación del motor con exceso de potencia (excedencia del par máximo admisible del motor o «sobretorque»).

- **Daños colaterales:** para permitir el aterrizaje de emergencia tuvo que ser desviado un tráfico que estaba aproximándose para aterrizar por la pista 07L.

### 1.3. Información sobre la tripulación

La tripulación de la aeronave estaba formada por un piloto y un copiloto que habitualmente volaban juntos. El piloto, de 30 años de edad y nacionalidad española, tenía 3.360 h de vuelo totales y 750 h en el tipo.

El registro de vuelos de los cuatro días anteriores al accidente muestra la siguiente pauta de actividad:

- Cuatro vuelos nocturnos diarios de una hora de duración aproximada realizados alrededor de las 20:00, 01:00, 03:00 y 06:00 h.
- Vuelos entre Barcelona-Palma de Mallorca-Ibiza.

El día del incidente la actividad de la tripulación había sido menor que los días anteriores ya que los vuelos de las 20:00 h y de las 03:00 h no se habían realizado:

Día	Vuelo <sup>2</sup>			
	Origen		Destino	
27-02-08	05:50	PMI	06:31	IBZ
28-02-08	01:24	PMI	02:12	BCN
	06:13	BCN	06:16	PMI

### 1.4. Información sobre la aeronave

La Cessna Caravan 208B es una aeronave de plano alto, equipada con un único motor y tren de aterrizaje tipo triciclo. Existen dos versiones de este modelo según sea para transporte de pasajeros o de mercancías, y para cada una de ellas es posible la instalación adicional de una bodega de carga situada en la parte inferior del fuselaje.

La aeronave EC-IHD, de versión de carga, tenía instalada la bodega inferior y estaba certificada para realizar vuelos en VFR, VFR nocturno, IFR y condiciones de formación de hielo.

<sup>2</sup> Las horas de origen y destino corresponden a los tiempos entre despegue y aterrizaje, es decir, tiempos efectivos de vuelo. PMI: Palma de Mallorca, BCN: Barcelona, IBZ: Ibiza.



En agosto de 2004, esta misma aeronave durante la carrera de aterrizaje en el Aeropuerto de Ibiza, sufrió otro incidente en el que la pata de morro del tren de aterrizaje quedó parcialmente plegada hacia delante. Este incidente supuso la inoperatividad de la aeronave hasta febrero de 2005, de tal forma que el certificado de aeronavegabilidad, que caducaba en septiembre de 2004, tuvo que ser emitido de nuevo en febrero de 2005.

Información general		
Matrícula	EC-IHD	
Constructor	Cessna Aircraft Company	
Modelo	208B Grand Caravan	
Número de serie	208B0934	
Año de fabricación	2002	
<b>Motor</b>	Fabricante	Pratt & Whitney Canada
	Modelo	PT6A-114A
<b>Hélice</b>	Marca	McCauley
	Modelo	3GFR34C70
<b>Certificado de aeronavegabilidad</b>	Clase	Normal
	<i>Empleo</i>	Categoría: Transporte público de mercancías; trabajos aéreos (TA)
		Prestación técnica: Normal
		Modalidad TA: Lanzamiento de paracaidistas
	Emisión	21-02-2005
Validez	20-02-2006	

Características técnicas		
<i>Dimensiones</i>	Envergadura	15,88 m
	Altura	4,71 m
	Longitud	12,68 m
<i>Limitaciones</i>	Peso máximo despegue (con bodega de carga)	9.062 lb (4.110 kg)
	Peso máximo al despegue en condiciones de hielo	8.550 lb (3.878 kg)
	Tripulación mínima	Dos pilotos para transporte público de mercancías

### 1.5. Información meteorológica

Durante el mes de febrero más de 13 comunidades autónomas estuvieron en alerta a causa de las masas de frío ártico que llegaron a la Península. La máxima repercusión, en el sector del transporte aéreo en España debido a esta ola de frío, se produjo, además de en el Aeropuerto de Madrid-Barajas el día 23 de febrero, en el Aeropuerto de Barcelona el día 28, en el que se tuvieron que cancelar un total de 202 vuelos de los 840 programados y las demoras en 520 de los vuelos operados alcanzaron una media de 94 minutos.

- **Situación general en niveles bajos**<sup>3</sup>: un anticiclón situado al SW de Islandia y una profunda borrasca al SW de Cádiz generaban un intenso gradiente de presión, especialmente en el norte de la Península Ibérica, provocando un flujo de E a NE con rachas fuertes. Aire muy frío penetraba por el Norte provocando chubascos y nevadas a cotas bajas.
- **Aeropuerto de Barcelona**<sup>4</sup>: la información contenida en los mensajes ATIS<sup>5</sup> desde las 05:00 h hasta 5 minutos después del accidente indican las siguientes condiciones en el Aeropuerto de Barcelona antes y durante el vuelo:
  - Amaneció a las 07:50 h local, por lo que la preparación del vuelo, rodaje y despegue se realizaron de noche.
  - La temperatura del aire era próxima al punto de congelación.
  - La diferencia entre la temperatura del aire y el punto de rocío era de un grado desde las 05:10 h hasta las 06:00 h y se igualaron desde las 06:00 h hasta las 06:20 h, lo que indica que el aire estaba saturado de humedad en el momento del incidente.

<sup>3</sup> Información facilitada por el Instituto Nacional de Meteorología.

<sup>4</sup> Información facilitada por AENA-Aeropuerto de Barcelona.

<sup>5</sup> ATIS es el servicio de radiodifusión continua de información de área terminal que, en frecuencias de VHF, notifica las condiciones meteorológicas existentes en un determinado aeródromo. Entre las 05:00 y las 07:00 h inclusive la información emitida por el ATIS Barcelona se actualizó un total de 14 veces (ATIS H a ATIS U). La actualización de la información se produjo cada 10 minutos y, en algunos casos, cada 2 minutos.

- Cuando la aeronave inició la carrera de despegue llevaba una hora nevando en el aeropuerto (el diario de novedades ATC de la torre de Barcelona recoge a las 05:30 h la anotación de «fuerte tormenta de nieve»).
- Las condiciones desde las 05:00 h hasta la hora de despegue fueron empeorando en cuanto a visibilidad, saturación del aire y temperatura. El viento cambió de dirección pero disminuyó de intensidad, de 13 a 6 kt. La nubosidad (en cuanto a base de nubes y cantidad de cielo cubierto) se mantuvo igual.

Hora ATC	Información emitida en ATIS						
	Viento		Visibilidad (m)	Tiempo actual	Base nubes (ft)	Temp. (°C)	Punto rocío (°C)
	Grados	kt					
05:00	350	13	7.000	Lluvia débil	BKN 1.600	04	02
05:10	360	13	5.000	Nieve débil	BKN 1.600	01	00
05:20	340	12	5.000	Nieve débil	BKN 1.600	01	00
05:30	340	12	5.000	Nieve	BKN 1.600	01	00
05:32	350	10	5.000	Nieve	BKN 1.600	01	00
05:40	330	10	4.000	Nieve	BKN 1.600	01	00
05:57	330	10	1.400	Nieve	BKN 1.600	01	00
06:00	010	07	1.400	Nieve	BKN 1.600	01	01
06:10	040	06	1.400	Nieve	BKN 1.600	01	01
06:20	020 VRB	08	3.000	Nieve débil	BKN 1.600	02	01

## 1.6. Información sobre el aeródromo

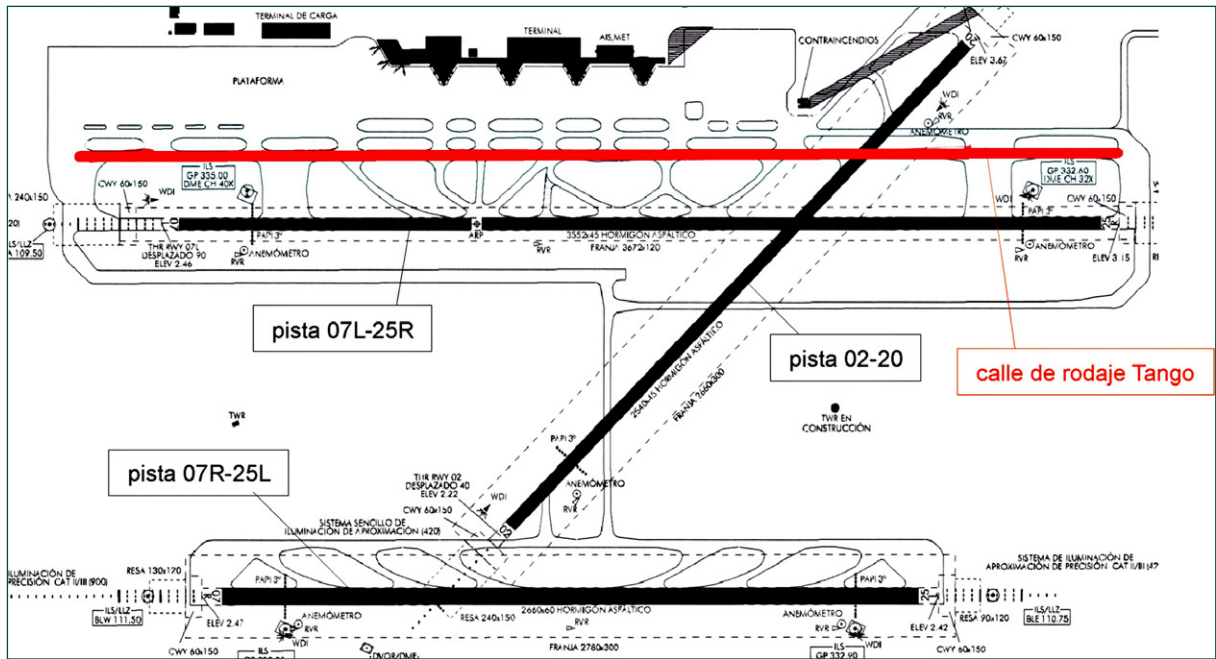
### 1.6.1. Calle de rodaje tango

El Aeropuerto de Barcelona-El Prat se encuentra situado a una altura de 3,8 m (elevación del punto de referencia del aeródromo) sobre el nivel del mar y cuenta con 3 pistas, dos de ellas paralelas (07L-25R y 07R-25L) y una tercera cruzada (02-20).

La calle de rodaje Tango, por la que la aeronave aterrizó, transcurre paralela a la pista 07L-25R con una longitud similar a la de la pista.

### 1.6.2. Plan de invierno del Aeropuerto de Barcelona-El Prat

El Plan de Invierno es un conjunto de procedimientos y métodos de actuación definidos por AENA para minimizar los efectos sobre las operaciones que se producen en situaciones de contingencias invernales de hielo y nieve. La inclusión de un aeropuerto en el Plan



de Invierno se hace bien por motivos climatológicos (si la media de nevadas al año es superior a 2 días al año o si la media de heladas es superior a 10 días al año) o bien por motivos operacionales (si tienen un tráfico intenso con repercusión directa sobre otros aeropuertos).

El Aeropuerto de Barcelona, por su situación geográfica, a nivel del mar y con una temperatura media en febrero de 14,6 °C, no cumple con los requisitos climatológicos pero sí con los operacionales, por lo que está considerado dentro del Plan de Invierno de AENA.

El Plan de Invierno contempla, entre otros muchos aspectos, la planificación, en función de las particularidades climáticas de cada aeropuerto, de medios técnicos necesarios para afrontar situaciones meteorológicas adversas. En el caso de Barcelona, estos equipos y sistemas eran los siguientes:

Hielo o nieve en	Tratamiento por	Medios
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plataformas</li> <li>• Calles de rodaje</li> <li>• Pistas</li> </ul>	AENA-Aeropuerto de Barcelona	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vehículo para el lanzamiento de glicol con agua</li> <li>• Equipo tolva para distribuir urea</li> <li>• Vehículo para la retirada de nieve</li> <li>• Equipos externos (motoniveladora...)</li> </ul>
Aeronaves	Agentes de handling	Dos equipos para el deshielo de aeronaves en rampa (no hay plataforma de deshielo)

El día del incidente, uno de los dos equipos para el deshielo de aeronaves de los operadores de handling del Aeropuerto de Barcelona sufrió una avería, provocando grandes retrasos en el proceso de deshielo de las aeronaves. A raíz de los problemas de operación sufridos en Barcelona los días 28 de febrero y 1 de marzo de 2005, el Servicio



de Extinción de Incendios (SEI) tuvo que ayudar en el proceso de deshielo de aeronaves. No estaba prevista la intervención del SEI para estas labores en los planes previamente establecidos.

## 1.7. Investigación

### 1.7.1. Declaraciones

Algunos de los detalles proporcionados por el piloto y copiloto sobre el incidente se incluyen a continuación.

#### Preparación del vuelo

- El avión, desde que llegó a Barcelona en el vuelo anterior hasta que despegó, estuvo estacionado en la plataforma (a la intemperie).
- Cuando llegaron para preparar el vuelo estaba nevando y la aeronave tenía nieve recién caída encima.
- Nunca se habían encontrado condiciones meteorológicas como las del día del incidente. Nunca habían tenido que aplicar procedimientos de deshielo o antihielo en tierra.
- Con un cepillo quitaron la nieve que había encima de la rueda delantera y encima del morro. En los planos quitaron un poco de nieve con una pequeña escalera que llevan en la aeronave. Esta escalera no les permite un buen acceso a los planos ya que no se suelen subir al plano, sólo la usan para comprobar el aceite. Quedó nieve pero pensaron que se iría con el efecto de soplado de la hélice y en el despegue.
- Creían que no iban a tener problemas de hielo ya que la información que daba el ATIS era de 4 °C.
- Había tres horas de cola de espera para el deshielo.
- La información que daba la TWR de Barcelona era que en la pista no había placas de hielo.
- El avión iba menos cargado que otras veces: llevaba 8.004 lb.

#### Operación

- Despegaron con dos puntos de flap. La velocidad de despegue y ascenso inicial fue de 80/90 kt.
- Cuando estaban a unos 400 ft de altura quitaron un punto de flap, después de lo cual la aeronave empezó a vibrar y los mandos se ralentizaron.
- Volvieron a poner dos puntos de flap que no modificaron durante el resto del vuelo.
- La aeronave empezó a perder velocidad y a ser incapaz de mantener el ascenso a pesar de que el piloto aplicó plena potencia, por lo que decidieron volver al aeródromo y declarar emergencia por pérdida de altura (unos 1.000 ft/minuto).

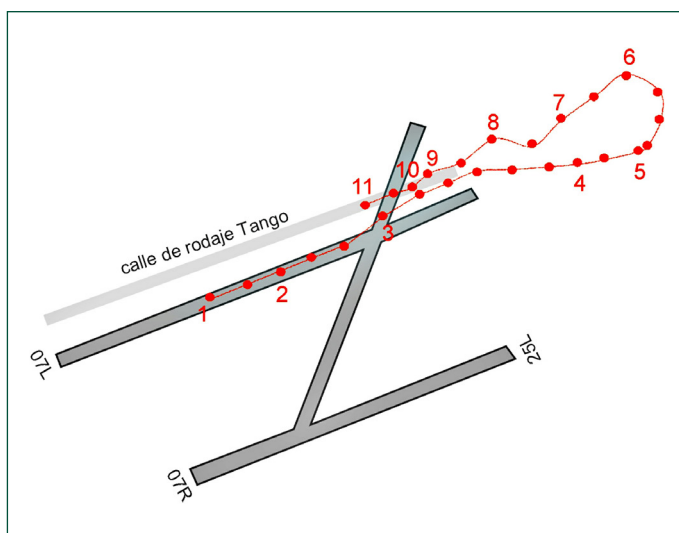


- Aumentaron la velocidad a unos 100-110 kt.
- Al mover los cuernos para iniciar el viraje hacia la izquierda, éstos se quedaron bloqueados o atascados sin poder volver a centrarlos. El copiloto tuvo que ayudar a tirar de los cuernos hacia la derecha hasta que sonó un «crack» y volvieron a recuperar el control de alabeo.
- A unos 250 ft recuperaron el control de la aeronave y realizaron el aterrizaje con normalidad por la calle de rodaje ante la imposibilidad de llegar a la pista 25R.
- Después de ser preguntados por ATC, confirmaron que el motivo de la emergencia era por hielo.

### 1.7.2. Trayectoria de la aeronave

De los registros radar, la transcripción de las comunicaciones mantenidas con la torre<sup>6</sup> durante el vuelo y las declaraciones de la tripulación, se ha obtenido la siguiente información sobre la trayectoria de la aeronave:

- La altura máxima que alcanzó la aeronave fue de 800 ft (punto 5).
- El régimen de ascenso calculado entre los puntos 1 y 5 es de 564 ft/minuto, valor sensiblemente menor al de 835 ft/minuto que marca el POH (Pilot's Operating Handbook) para esas condiciones de vuelo.
- La aeronave declaró emergencia pocos segundos antes de alcanzar los 800 ft (punto 5).
- A partir del punto 5 (800 ft) la aeronave empezó a perder altura. Los cálculos punto a punto muestran un descenso de 1.200 ft/minuto hasta que la aeronave descendió a 300 ft de altura (punto 7), momento a partir del cual el régimen de descenso fue de unos 600 ft/minuto.



Punto	Hora ATC	Altura (ft)
1	06:13:33	0
2	06:13:43	100
3	06:14:13	400
4	06:14:43	600
5	06:14:58	800
6	06:15:13	500
7	06:15:23	300
8	06:15:33	200
9	06:15:43	100
10	06:15:48	0
11	06:16:08	0

<sup>6</sup> Información facilitada por AENA.

- El siguiente blanco radar después de comenzar el viraje está muy próximo al punto 5, lo que da indicios de una elevada pérdida de altura.
- El viraje para volver al aeródromo fue muy pronunciado.
- Alrededor del punto 8, cuando estaba a unos 200 ft, la aeronave notificó a TWR su intención de aterrizar por la rodadura. ATC le autorizó y le informó sobre el viento.

## 1.8. Información adicional

### 1.8.1. Condiciones para la formación de hielo

El proceso de formación de hielo es aquel en el que el agua pasa de estado gaseoso o líquido a sólido mediante un descenso de la temperatura. Por lo tanto, las condiciones meteorológicas que deben existir para que se produzca son dos:

- Que haya humedad en el aire, y
- Que la temperatura descienda hasta el punto de congelación (0 °C) en que el agua contenida en el aire se solidifique formando hielo.

Según sea la temperatura, el agua varía de estado de la siguiente forma:

- A temperaturas cercanas a 0 °C, el agua del aire está en estado líquido.
- A temperaturas menores de 0 °C, el agua se va transformando en hielo y el contenido de líquido disminuye. Como excepción, bajo determinadas condiciones, puede existir agua en estado líquido por debajo de 0 °C (agua sobreenfriada).
- A temperaturas alrededor de los -20 °C, el contenido de hielo es muy alto.

Como regla general, la probabilidad de formación de hielo en una aeronave es mayor cuanto mayor sea el contenido de líquido en la atmósfera, ya que el agua se adhiere a la superficie y después se congela sobre ella (la adherencia del hielo es mucho menor porque «rebota»). El engelamiento, por lo tanto, se produce a temperaturas cercanas a los 0 °C, en las que es mayor el contenido de agua en estado líquido.

Además de esta condición general, existen otras situaciones en las que, a pesar de que el rango de temperaturas no es cercano a los 0 °C, se puede formar hielo:

- Es posible estar a temperaturas superiores a 0 °C y que se forme hielo al ponerse en contacto el aire húmedo con la superficie enfriada de la aeronave.
- Cuando a pesar de estar a temperaturas bajo cero, en las que en condiciones normales la cantidad de hielo debería ser mucho mayor que la de agua líquida, existen gotas de agua sobreenfriada, éstas, al ponerse en contacto con la aeronave, se congelan.
- En el caso de aeronaves con dispositivos de deshielo y antihielo por calor, se produce el efecto de que estos sistemas derriten el hielo, el agua resbala y se vuelve a congelar en zonas posteriores a los sistemas de protección.

El hielo que se acumula en la estructura de la aeronave puede ser de tres tipos, según el proceso de formación del mismo.

Tipo de hielo	Temperatura (°C)	Características
Claro	Entre 0 y -10	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asociado a altas velocidades y a gotas grandes que resbalan por la superficie antes de congelarse</li> <li>• Se puede formar hielo fuera de las superficies protegidas</li> <li>• Es transparente</li> <li>• Es difícil de ver</li> </ul>
Mixto	Entre -10 y -15	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiene las peores características de los dos tipos de hielo</li> <li>• Primero se forma el hielo claro y sobre él se adhiere el hielo opaco</li> <li>• Muy rugoso</li> </ul>
Opaco	Entre -15 y -20	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asociado a bajas velocidades y a gotas pequeñas que se congelan cuando chocan con la aeronave</li> <li>• Es de color blanco</li> <li>• Se suele formar en bordes de ataque de riostras y planos</li> </ul>

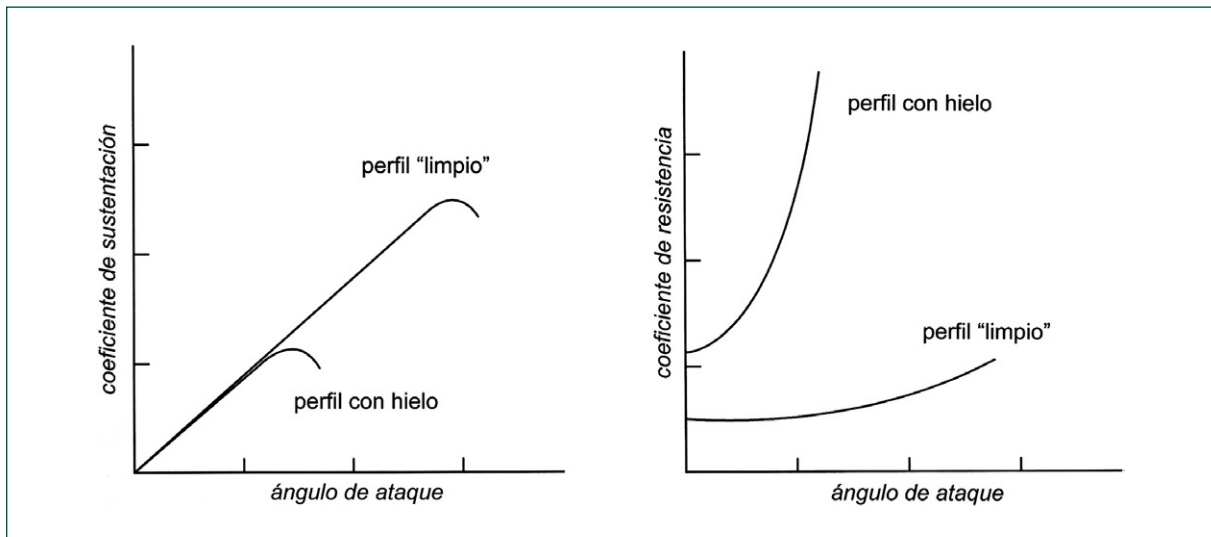
### 1.8.2. Efectos de la formación de hielo

Según la zona de la aeronave en la que se produzca la formación de hielo, se distingue:

- Hielo estructural: es el hielo que se acumula en la estructura de la aeronave (planos, conjunto de cola, tren de aterrizaje, tubo pitot, etc.).
- Hielo en el sistema de inducción del motor (carburador, etc.).

La acumulación de hielo estructural sobre la aeronave afecta a sus características aerodinámicas así como a su controlabilidad y aeronavegabilidad:

- **Efecto en el perfil:** altera la curvatura del perfil produciendo los siguientes efectos sobre la sustentación (L) y resistencia (D):
  - A bajos ángulos de ataque, no hay prácticamente influencia sobre L, por lo que en crucero puede no notarse el efecto del hielo.
  - A altos ángulos de ataque (despegue y aterrizaje) el  $C_L$  máximo se ha reducido, así como el ángulo de ataque crítico. Es decir, la aeronave entra en pérdida antes.
  - El efecto sobre la resistencia se produce a cualquier ángulo de ataque y no son raros incrementos de un 100% de resistencia.
  - Se producen perturbaciones en el flujo local de la corriente de aire perfil provocando interferencias y restringiendo el movimiento de los controles de vuelo.



- **Efecto en el control de alabeo:** por tener una sección más delgada que el encastre, las puntas de los planos tienen más tendencia a acumular hielo que el resto del ala. La formación de hielo delante de los alerones puede producir un desprendimiento de la capa límite sobre los mismos y, como consecuencia, la entrada en pérdida del extremo del ala y la pérdida de control sobre los alerones. Si los flaps están extendidos, conviene no retraerlos, ya que, para mantener una determinada velocidad, será necesario aumentar el ángulo de ataque y, por lo tanto, acercar el ala a la pérdida.
- **Efecto en el conjunto de cola:** al igual que sucede con los extremos del plano respecto al encastre, el estabilizador horizontal, al ser una superficie más afilada, tiene tendencia a acumular hielo más rápidamente que las alas. Cuando la cola entra en pérdida, el efecto de compensación de encabritado que ejerce en condiciones normales de operación deja de existir, por lo que la aeronave entra en un movimiento de picado a veces incontrolable. En vuelo, cuando hay una pérdida del conjunto de cola, conviene no extender los flaps, ya que éstos, en aeronaves donde el estabilizador horizontal está por debajo del ala, aumentan el ángulo de ataque del estabilizador y, por lo tanto, puede iniciar o acelerar la pérdida. La acumulación de hielo en el conjunto de cola es muy difícil de detectar visualmente y la pérdida se produce sin que el piloto esté preparado para ello.
- **Efecto en el peso:** aunque no es el efecto más importante, si la formación de hielo es grande, el aumento de peso puede producir degradación o pérdida de las características de aeronavegabilidad de la aeronave, siendo, por ejemplo, incapaz de mantener la altitud.

Por lo tanto, la probabilidad de aparición de los efectos del hielo estructural según la fase de vuelo en la que se encuentre la aeronave es la siguiente:

- **Despegue y aterrizaje:** el elevado ángulo de ataque y las bajas velocidades a las que se encuentra la aeronave durante estas fases hacen que sea muy vulnerable a

la formación de hielo. En concreto, puede formarse hielo en zonas donde no se suele formar en actitud de crucero, como por ejemplo en zonas posteriores a los bordes de ataque y en el intradós de los planos. Las pérdidas del conjunto de cola y de los planos se suelen dar frecuentemente en estas fases del vuelo, en las que el ángulo de ataque es muy alto.

- **Crucero:** los cambios de configuración durante el vuelo en crucero deben realizarse paulatinamente, ya que es frecuente que su efecto no se haya notado demasiado durante el vuelo nivelado y que, cuando se actúa sobre los flaps o spoilers, los efectos se noten de repente.

La documentación consultada de la aeronave Cessna Caravan 208B<sup>7</sup> describe los siguientes efectos que produce el hielo sobre la misma:

- Con una acumulación de hielo de 1/4 de pulgada en el borde de ataque del ala, el piloto debe prepararse para un incremento significativo de la potencia necesaria, de la velocidad de aproximación, de la velocidad de pérdida y de la carrera de aterrizaje.
- Una acumulación de 1 pulgada de hielo en el borde de ataque del plano puede causar una elevada pérdida de régimen de subida (hasta de 500 fpm), una reducción de la velocidad de crucero de hasta 40 KIAS, vibraciones importantes y un incremento de hasta 20 kt en la velocidad de pérdida. Incluso después de un ciclo de funcionamiento de las botas, el hielo residual puede producir pérdidas de hasta 200 fpm en ascensos, 20 kt en crucero y aumentos de 5 kt en la velocidad de pérdida.
- La acumulación de hielo altera de forma significativa la curvatura del perfil además de incrementar el peso de la aeronave. Se incrementa la velocidad de pérdida y modifica las velocidades de rendimiento máximo. Volar a elevados ángulos de ataque puede producir acumulaciones de hielo en el intradós del ala y en el estabilizador horizontal detrás de las superficies protegidas.

### 1.8.3. *Requisitos de Cessna para volar en condiciones de formación de hielo*

Para operar con seguridad en condiciones meteorológicas de formación de hielo se deben dar tres requisitos:

- Que las condiciones meteorológicas sean las adecuadas.
- Que la aeronave esté provista de determinados sistemas de protección contra el hielo.
- Que la tripulación aplique los procedimientos adecuados para condiciones de formación de hielo.

<sup>7</sup> Documentación consultada: Pilot's Operating Handbook (POH), Pilot Safety and Warning Supplements (PSWS), Caravan Cold Weather Operations (CCWO) y Caravan Safety Awareness Programs (CSAP).

### 1.8.3.1. Condiciones meteorológicas

Estas condiciones, en el caso de la Cessna 208B, son las que establece la administración americana en el Título 14, Parte 25, Apéndice C de las Federal Aviation Regulation (FAR) y que definen, mediante un conjunto de variables, las situaciones de formación de hielo en las que una aeronave, equipada adecuadamente, puede volar con seguridad<sup>8</sup>.

Fuera de estos márgenes de certificación es posible que la formación de hielo se produzca con una severidad tal que los equipos de protección contra el hielo no puedan quitarlo y, por lo tanto, ocurran degradaciones importantes en el comportamiento y controlabilidad de la aeronave.

A nivel práctico, la utilización de la información del Título 14, Parte 25, Apéndice C de las FAR para discernir si unas condiciones meteorológicas están dentro o no de las certificadas es complicada, por lo que los manuales de operación de las aeronaves proporcionan una serie de indicaciones visuales generales que pueden orientar al piloto sobre el grado de severidad de las condiciones en que se va a producir el vuelo.

Cessna, en la documentación de la aeronave, proporciona la siguiente información en relación a cómo identificar condiciones de formación de hielo:

- Se considera que existen condiciones de hielo siempre que la temperatura exterior (OAT, Outside Air Temperature) sea 10 °C o menor y que haya síntomas de humedad visible. Cualquier aeronave que no esté certificada para el vuelo en condiciones de engelamiento conocidas no puede volar (PSWS).
- Las condiciones de hielo existen siempre que la OAT esté entre 10 °C y -30 °C y haya síntomas visibles de cualquier forma de humedad (CCWO).
- Hay que incrementar la vigilancia a temperaturas cercanas al punto de congelación con presencia visible de humedad (POH en vigor)<sup>9</sup>.
- El máximo engelamiento ocurre cuando la OAT está entre 0 y -10 °C (CCWO).
- Volar en condiciones meteorológicas fuera de los márgenes de certificación FAR, aunque se advierte de su peligrosidad, no está específicamente prohibido. Sí se enumeran, sin embargo, distintos indicios que pueden ayudar al piloto a reconocer condiciones meteorológicas fuera de las certificadas. En estos casos se alerta al piloto para tomar medidas y abandonar esas condiciones (POH en vigor).

<sup>8</sup> Esta normativa distingue condiciones extremas en las que la aeronave es capaz de volar de forma continua y en las que se puede volar de forma intermitente. Se presentan en forma de gráficos que relacionan variables atmosféricas como diámetro de la gota de agua, temperatura, altitud, etc.

<sup>9</sup> El 02-03-05, dos días después del incidente, Cessna emitió una revisión del POH que modificaba los capítulos que afectaban a las operaciones en condiciones de engelamiento. El cambio más importante es que el POH revisado prohíbe expresamente el despegue con contaminación en la aeronave y obliga a una inspección táctil, además de visual, de distintas superficies de la aeronave para comprobar que no hay restos de hielo, nieve, etc. La expresión «POH en vigor» se ha utilizado en este informe para referirse a la edición en vigor del POH antes del 02-03-05.

### 1.8.3.2. Sistemas de protección

Para que una aeronave se certifique para el vuelo en condiciones de formación de hielo, debe someterse a un conjunto de pruebas y ensayos que demuestren que esa aeronave, equipada adecuadamente, es capaz de volar con seguridad en este tipo de situaciones.

En general, los sistemas de protección contra el hielo que se instalan en las aeronaves son de dos tipos:

- Sistemas de deshielo: son sistemas reactivos, es decir, eliminan el hielo que ya se ha formado. Los sistemas de deshielo suelen ser de tipo neumático o botas (gomas situadas en los bordes de ataque de determinadas superficies que, al inflarse, desprenden el hielo acumulado sobre ellas) o de electroimpacto (pulsos que producen movimientos rápidos en la superficie de la aeronave).
- Sistemas antihielo: son sistemas preventivos que evitan la formación de hielo sobre la aeronave mediante la aplicación de aire caliente, sistemas eléctricos o productos químicos.

En el caso de la Cessna Caravan 208B, los sistemas específicos de deshielo y antihielo a bordo para operar en condiciones de máximo englamamiento continuo e intermitente definido en la normativa de certificación son los siguientes (POH):

- En el borde de ataque del estabilizador horizontal: botas de deshielo.
- En el borde de ataque del estabilizador vertical: botas de deshielo.
- En el parabrisas: panel antihielo.
- En los bordes de ataque de ala y riostras: botas de deshielo.
- En la hélice: botas antihielo.
- En el sistema pitot-estática: sistema antihielo de calefacción.
- En el sistema de aviso de pérdida: sistema antihielo de calefacción.
- Luces de detección de hielo del ala (para vuelo nocturno).

Además de los equipos a bordo, en tierra se pueden aplicar tres tipos de productos o fluidos químicos (tipo I, tipo II y tipo IV)<sup>10</sup> con objeto de eliminar el hielo existente y evitar su formación en vuelo durante un determinado periodo de tiempo (definido como «holdover time»).

### 1.8.3.3. Procedimientos específicos

Además de la certificación y de los sistemas de abordaje apropiados, el vuelo en condiciones de englamamiento modifica, en mayor o menor medida, las características de vuelo de la aeronave y, por lo tanto, requiere unos procedimientos operativos específicos.

<sup>10</sup> Los fluidos de deshielo (tipo I) o antihielo (tipo II y tipo IV) son soluciones acuosas que funcionan bajando el punto de congelación del agua, ya sea en su fase líquida o en su fase de cristalización.



A continuación se relacionan algunos aspectos de interés para el incidente incluidos en la documentación técnica<sup>11</sup> de la aeronave:

— Cuándo operar:

- Volar deliberadamente en condiciones de hielo conocidas está prohibido salvo que se tenga el equipo adecuado y que el peso de la aeronave sea 8.550 lb o inferior (POH en vigor).
- Volar en condiciones meteorológicas fuera de los márgenes de certificación FAR, aunque se advierte de su peligrosidad, no está específicamente prohibido (POH en vigor).

— Condiciones de despegue<sup>12</sup>:

- En condiciones meteorológicas frías es esencial retirar cualquier pequeña acumulación de hielo, escarcha o nieve del ala, conjunto de cola y superficies de control. También hay que asegurarse de que las superficies de control no tienen acumulaciones de hielo u otros restos en las zonas interiores (POH en vigor).
- Durante operaciones en tiempo frío, las tripulaciones son responsables de asegurar que la aeronave está libre de contaminación (POH en vigor).
- No se debería llevar a cabo ningún despegue con nieve o hielo en las alas (CCWO).
- Está prohibido despegar con hielo, nieve, escarcha o cualquier resto adherido al plano, estabilizador horizontal, palas de la hélice o entradas al motor (POH revisado).

— Procedimientos antes del despegue:

- Además de una comprobación visual, se requiere una comprobación táctil del borde de ataque del plano, de la superficie superior del plano, del borde de ataque del estabilizador horizontal y de las palas de la hélice cuando las condiciones son (POH revisado):
  - OAT menor de 5 °C y humedad visible, o
  - La aeronave ha estado expuesta a humedad visible desde el aterrizaje previo, o
  - La diferencia entre el punto de rocío y la OAT es menor a 3 °C, o
  - Hay agua en el plano, o
  - La aeronave sufrió acumulación de hielo en el último vuelo.

<sup>11</sup> Las referencias de la documentación técnica pertenecen al POH. Se han incluido los aspectos procedimentales distintos que supone la publicación del nuevo POH en marzo de 2005 respecto al en vigor en el momento del incidente.

<sup>12</sup> La normativa JAR-OPS 1 de aplicación al transporte aéreo comercial en España prescribe la prohibición de comenzar el despegue a menos que las superficies externas [de la aeronave] estén limpias de cualquier depósito que pueda afectar adversamente la *performance* y/o controlabilidad del avión, excepto lo permitido en el manual de vuelo del avión (JAR-OPS 1.345).

- El equipo de protección contra el hielo no está diseñado para quitar adecuadamente nieve, hielo o escarcha acumulada en una aeronave aparcada y, por lo tanto, hacer un despegue y vuelo seguros. Los fluidos de deshielo no tienen como objetivo quitar la nieve acumulada en la aeronave. El mejor método para ello es el barrido o cepillado mecánico (POH en vigor).
- Los fluidos Tipo I de deshielo y los Tipos II y IV de antihielo pueden usarse secuencialmente para asegurar el cumplimiento con las regulaciones FAA, que establecen que todos los componentes críticos (alas, superficies de control, por ejemplo) estén libres de nieve, hielo o escarcha antes del despegue (POH en vigor).
- Cuando las condiciones de hielo están presentes en tierra, debe hacerse una revisión en los 5 minutos anteriores previos al despegue para comprobar que no hay contaminación alguna sobre la aeronave y que los fluidos aplicados siguen siendo eficaces (POH en vigor).

— Procedimientos en vuelo:

- En caso de observar indicios de condiciones de hielo severo, no retraer los flaps hasta que la superficie de la aeronave esté libre de hielo (POH en vigor).
- Operando a 4 °C o menos con humedad visible no extender los flaps por encima de 20° para el aterrizaje (POH en vigor).
- Cuando se produce acumulación de hielo, hay que incrementar la velocidad de la aeronave.

#### 1.8.4. *Antecedentes*

Debido a un total de 26 accidentes relacionados con la formación de hielo en aeronaves Cessna Caravan 208 entre los años 1987 y 2003, el 15-12-2004, el NTSB (National Transportation Safety Board) publicó un estudio<sup>13</sup> en el que analizaba las circunstancias en las que se habían producido estos accidentes.

Como conclusión, el NTSB emitía en este informe un total de cuatro recomendaciones dirigidas a la FAA y relacionadas con distintos aspectos de la operación de las Cessnas 208 en condiciones de engelamiento:

- Formación periódica de los pilotos sobre procedimientos en tierra de deshielo y el vuelo en condiciones de formación de hielo.
- Desarrollo de los operadores, junto con Cessna, de estrategias eficaces de operación en formación de hielo (identificar condiciones de engelamiento, uso de flaps y motor con hielo, etc.).
- Requerir de todos los pilotos y operadores de Cessna 208 una inspección visual y táctil de los bordes de ataque de alas y estabilizador horizontal.

<sup>13</sup> Safety recommendation. Fecha: 15-12-2004. En respuesta a: A-04-64 through-67.

- Revisión de los procedimientos de supervisión de la FAA relacionados con la comprobación del cumplimiento con los requerimientos a las compañías certificadas para volar en condiciones de engelamiento.

## 2. ANÁLISIS

El análisis del incidente sufrido por la aeronave EC-IHD se plantea en dos partes: por un lado, el análisis de distintos aspectos o condicionantes relacionados a la operación, y por otro, la valoración operativa del vuelo.

### 2.1. Condicionantes de la operación

Se considera que la toma de decisiones que llevó a cabo la tripulación en relación a la operación se pudo ver influida por los siguientes aspectos:

#### Tipo de operación

En el sector del transporte aéreo el factor tiempo es uno de los condicionantes más importantes, sobre todo en aeropuertos muy congestionados donde el no cumplimiento de la hora prevista de salida puede suponer demoras importantes en las operaciones. Además, las compañías suelen planificar las operaciones de sus aeronaves de forma encadenada o secuencial, por lo que un retraso en un vuelo puede condicionar las operaciones subsiguientes.

En el caso de la aeronave EC-IHD, a los dos condicionantes anteriores se añade el agravante de que la mercancía que llevaba era correo urgente, por lo que la puntualidad y el cumplimiento de las planificaciones en cuanto a enlaces y tiempos de entrega es probable que tuviera un peso específico mayor que con otro tipo de mercancía.

#### Tiempos de actividad

De la información proporcionada por la compañía se comprobó que la tripulación de la aeronave EC-IHD solía tener una pauta de trabajo de, aproximadamente, 12 horas de actividad y 12 horas de descanso<sup>14</sup>. Las planificaciones de vuelos incluyen, entre otros criterios, los tiempos de actividad de las tripulaciones, por lo que un retraso de más de tres horas, como declaró la tripulación que les hubiera ocasionado la aplicación de fluidos antihielo, además de perder el slot (hora planificada de salida) les hubiera supuesto, probablemente, sobrepasar los tiempos de actividad máximos permitidos.

<sup>14</sup> La normativa vigente al respecto (Circular Operativa 16B de la DGAC) establece para una operación con dos pilotos, en operaciones de transporte público de servicios de carga según la hora de presentación y los aterrizajes, un periodo de actividad aérea de 12:15 h y descansos de 10.5 h.

## Procesos de deshielo y antihielo

A pesar del carácter excepcional de las condiciones meteorológicas que se dieron en el Aeropuerto de Barcelona el día del incidente, su inclusión en el Plan de Invierno de AENA debía haber asegurado una respuesta más eficaz sobre todo en relación a los servicios de deshielo a las aeronaves.

Según la declaración de la tripulación, había tres horas de espera, por lo que si hubieran decidido aplicar los fluidos de deshielo y antihielo antes de despegar, la demora en la operación hubiera sido de al menos ese tiempo, con las subsiguientes consecuencias sobre el resto de operaciones del día, los plazos de entrega de la mercancía y los tiempos de actividad de la tripulación.

## Experiencia previa y formación de la tripulación

En España en general, y en la zona en la que solía volar la tripulación en particular, son muy raras las ocasiones en que se dan situaciones atmosféricas como las ocurridas el día del incidente, siendo aquel día la primera vez que la tripulación se encontraba en una situación similar.

Precisamente la bajísima probabilidad de ocurrencia de estas situaciones en España hace que las prioridades de formación de las compañías que vuelan en estas zonas sean probablemente otras y se desatienda este tipo de casuística. De hecho, la tripulación de la aeronave EC-IHD no había recibido ningún tipo de formación sobre el vuelo en condiciones de formación de hielo más allá de la contenida en los cursos de familiarización de la aeronave. Es decir, se encontraron en una situación nueva para la que no estaban acostumbrados y para la que no habían recibido formación específica<sup>15</sup>.

## Medios técnicos

Antes de despegar, para asegurar que las superficies críticas de la aeronave se encontraban libres de restos de nieve, hielo, escarcha, etc., la tripulación tenía que acceder, entre otras, a la parte superior de las alas y retirar los restos de hielo o contaminación que hubiera. Para ello contaban con un cepillo y una pequeña escalera que utilizaban en tareas rutinarias como la comprobación de niveles de aceite, pero que nunca habían usado para acceder, por ejemplo, a la parte superior de los planos.

En el caso de esta aeronave, la elevada altura del plano no permitía, con la escalera que llevaban, acceder adecuadamente a zonas como el extradós para poder eliminar los restos de contaminación sobre el mismo antes del despegue.

<sup>10</sup> Poco tiempo después del incidente de la aeronave EC-IHD, todo el personal de la compañía asistió a un curso sobre vuelo en condiciones de formación de hielo.

## Información del fabricante

Tras consultar los capítulos relativos al vuelo en condiciones de formación de hielo de la documentación técnica de la aeronave Cessna 208B vigente en el momento del accidente, se observa que:

- Las indicaciones para identificar cuándo hay condiciones de engelamiento son claras y con datos fácilmente obtenibles: rangos de temperaturas inferiores a 10 °C y presencia visible de humedad.
- La advertencia de que es posible encontrarse condiciones meteorológicas fuera de las certificadas que produzcan engelamiento severo y degradaciones importantes de la aeronavegabilidad de la aeronave es constante en la documentación. Se proporcionan indicios visibles para saber si se está en condiciones fuera de las certificadas.
- La única prohibición existente en la documentación se refiere a volar con una aeronave no certificada en condiciones de engelamiento. Con una aeronave certificada, el piloto es el último responsable y, en este sentido, puede operar en condiciones meteorológicas cualesquiera.
- La terminología utilizada por el POH en vigor no es demasiado taxativa en relación a la importancia de despegar con la aeronave «limpia», ya que utiliza palabras como «... es esencial...» o «... no se debería...», lo que parece contradictorio con la referencia a la «... responsabilidad de las tripulaciones de asegurar que la aeronave está libre de contaminación...». En la nueva versión del POH, editada el 02-03-2005, esta ambigüedad se elimina mediante frases como «... está prohibido...».
- En casi toda la información general sobre el vuelo en condiciones de formación de hielo se indica la idoneidad de la realización de inspecciones táctiles además de visuales para la comprobación de la no existencia de hielo en las aeronaves antes del despegue. Este aspecto, incluido en las recomendaciones de seguridad que emitió el NTSB en diciembre de 2004, no estaba considerado en la documentación de la aeronave, pero se incorporó en la última versión del POH de marzo de 2005.

## 2.2. Análisis del vuelo

### Preparación del vuelo

La aeronave llegó al Aeropuerto de Barcelona a las 02:12 h del día 27-02-2005 procedente de Palma de Mallorca, donde permaneció estacionada a la intemperie hasta antes de las 6 de la mañana, en que la tripulación comenzó la preparación del siguiente vuelo.

Durante las 4 horas en que la aeronave estuvo en la plataforma, las condiciones meteorológicas fueron empeorando: concretamente, una hora antes del despegue empezó a nevar y la temperatura bajó de 4 °C a 1 °C con el aire prácticamente al 100% de saturación. Estas condiciones son consideradas condiciones de formación de hielo (por deba-

jo de los 10 °C y humedad visible) tanto en la documentación técnica de la aeronave como en el resto de bibliografía consultada al respecto. De hecho, las temperaturas cercanas al punto de congelación, como es el caso del incidente, son las más peligrosas en cuanto a la formación de hielo en aeronaves, ya que el contenido de agua en estado líquido es máximo, adhiriéndose a la superficie de la aeronave y congelándose sobre ella (bien por el efecto de refrigeración que produce el movimiento de la aeronave y/o por el descenso de la temperatura al ascender).

La información meteorológica que tuvo en cuenta la tripulación en el proceso de preparación del vuelo era, según sus declaraciones, que la temperatura del ATIS era de 4 °C, por lo que pensaron que no tendrían problemas de engelamiento. En relación a este punto, se destaca en primer lugar que la información que utilizaron corresponde a la información ATIS de las 05:00 y el vuelo despegó a las 06:13, es decir, no actualizaron la información a pesar de que las condiciones eran adversas y la situación era distinta a la que estaban acostumbrados. En segundo lugar, la valoración que realizó la tripulación en relación a que la temperatura de 4 °C no les supondría problemas de engelamiento muestra una carencia formativa sobre las condiciones básicas de formación de hielo.

En las revisiones previas al vuelo la tripulación intentó retirar los restos de nieve que se habían acumulado, para lo cual usó un cepillo (como aconsejan los procedimientos) y una escalera con la que debía acceder a superficies elevadas, como el extradós de los planos, superficies de control y estabilizador horizontal. Barrieron un poco de nieve del morro del avión y un poco de la superficie superior de los planos, pero los problemas de accesibilidad a esa zona, junto con el hecho de que a esa hora era todavía de noche, les impidió comprobar que la aeronave se encontraba libre de cualquier contaminación, pensando, además, que si quedaba algo de nieve ésta sería soplada con el giro de la hélice.

A pesar de que las condiciones meteorológicas eran propicias para la formación de hielo, de que otras aeronaves estaban siendo sometidas a los procesos de rociado con fluidos de deshielo y antihielo y de no tener confirmación clara de que la aeronave no tuviera ningún resto de hielo, nieve o escarcha, la tripulación decidió despegar sin ningún tipo de protección contra la formación de hielo<sup>16</sup> (fluidos Tipos I, II y IV).

## Vuelo

En estas condiciones la aeronave inició la carrera de despegue y ascenso inicial con un régimen de ascenso de 564 pies/minuto calculados durante el primer minuto de vuelo des-

<sup>16</sup> Las condiciones que se daban el día del incidente no son parte de las condiciones de certificación FAR y, según la valoración realizada por Cessna sobre la situación a partir de los datos de humedad y tipo de precipitación, el despegue debería haberse realizado con la aeronave perfectamente limpia de toda contaminación y tras la aplicación de fluidos de deshielo y antihielo.

pués de la rotación (es decir, hasta los 800 ft de altura). Este valor es sensiblemente menor al que define el POH en condiciones de vuelo similares a las del incidente. El peso de la aeronave estaba por debajo del límite que se define para operar en condiciones de engelamiento, por lo que se descarta la influencia de este factor en la degradación de performances que se produjo. Además, el hecho de que tan sólo al minuto del despegue la aeronave empezara a descender a un régimen de 1.200 ft/minuto apoya la hipótesis de que pudo despegar con restos de nieve, hielo o escarcha acumulada durante las cuatro horas que estuvo estacionada, y que debió acelerar el proceso de acumulación de hielo.

Ninguna persona de la compañía o del aeropuerto ha precisado la zona en la que se formó hielo en la aeronave, por lo que es muy difícil discernir, más allá de una valoración genérica a partir de los síntomas descritos por la tripulación, qué zonas pudieron verse afectadas.

En primer lugar, el despegue, por la disposición de la aeronave respecto a la corriente, es peligroso debido a que la acumulación de hielo puede producirse en zonas no protegidas o distintas a las habituales, como son el intradós del ala.

En situaciones críticas como es el despegue, los cambios de configuración de la aeronave pueden acelerar el proceso de entrada en pérdida, razón por la cual el «POH en vigor» recomendaba no retraer los flaps hasta asegurarse de que las superficies están libres de hielo. La tripulación, sin embargo, despegó con los flaps calados a 20° y los redujeron según los procedimientos normales, sin asegurarse del estado de contaminación de los planos.

Después de reducir en un punto los flaps, la aeronave empezó a vibrar y a perder altura (la tripulación descartó que la vibración se debiera a hielo en la hélice, ya que en este caso es mucho menor). El hielo generalmente se suele acumular de forma asimétrica, por lo que los síntomas de vibraciones en la aeronave, además de la pérdida de altura, refuerzan la hipótesis de la formación de hielo. Como se explicaba en el apartado 1.8.2, según el comportamiento que tuvo la aeronave al reducir flaps se considera probable que la acumulación de hielo se produjera (al menos) en los planos y que fueran éstos los que primero entraran en pérdida. Los estudios sobre el vuelo en engelamiento hacen hincapié en la necesidad de reconocer rápidamente si el hielo se está formando en los planos o en la cola, ya que los procedimientos de recuperación, como se ha visto en lo que respecta al calaje de flaps, son opuestos.

En este caso, a pesar de que se volvieron a calar los flaps a 20°, la aeronave no dejó de vibrar, no mejoró su comportamiento y siguió perdiendo altura. En casos en los que se acumula hielo en el conjunto de cola y el estabilizador horizontal entra en pérdida, el efecto más importante es la pérdida de altura y picado en el que entra la aeronave debido a la pérdida o anulación del efecto de encabritado del mismo. La extensión de los flaps debió aumentar el ángulo de ataque de la cola respecto a los planos y se considera la posibilidad de que la cola pudiera haber entrado en pérdida también.



Después de que la aeronave empezara a perder altura y de que la tripulación declarara emergencia, iniciaron un viraje muy pronunciado para volver al aeródromo. Los virajes, por los riesgos que suponen, no se suelen recomendar en estas condiciones, y en el caso del incidente, después del movimiento de los alerones para la ejecución del viraje se produjo el bloqueo de los mismos impidiendo a la tripulación la recuperación a la posición neutra del mando en cabina. El bloqueo físico de los mandos, en aeronaves que utilizan cables para transmitir el movimiento, se puede producir por contracciones térmicas de los cables, por congelación del aceite de engrase de los mecanismos de transmisión o por formación de hielo en los propios alerones. En este caso, se considera que la temperatura no era tan baja como para producir contracciones en los cables ni la congelación del aceite (que además suelen estar preparados para ello), por lo que es muy posible que el bloque del mando en cabina se debiera a alguna acumulación de hielo que impidiera el movimiento del alerón. Al tirar la tripulación de los mandos, en un momento dado se debió desprender el hielo y el cable, que estaba en tensión, produjo el sonido de «crack» que se oyó en cabina.

Desde que la tripulación detectó los primeros problemas de controlabilidad aumentó la velocidad de la aeronave tal y como recomiendan los procedimientos para contrarrestar la modificación de las características de pérdida y favorecer el desprendimiento de hielo. A pesar de esto, la aeronave era incontrolable y perdía altura a un régimen de entre 1.200 y 600 ft/minuto.

El control de la aeronave fue recuperado a unos 250 ft de altura cuando todavía no estaban alineados con la pista 25R, por lo que decidieron aterrizar por la calle de rodaje Tango tras obtener autorización de la torre de control.

### 3. CONCLUSIONES

Se considera como causa probable del incidente la reducción de la controlabilidad de la aeronave por formación de hielo durante un despegue realizado con la aeronave no protegida con fluidos de deshielo o antihielo, y con algún posible resto de escarcha, nieve o hielo acumulado en la estructura.

La decisión que llevó a la tripulación a operar en estas condiciones se considera que pudo estar influenciada por:

- Desconocimiento de los efectos que el hielo produce sobre el control de la aeronave, de las condiciones de formación de hielo en las mismas y de las limitaciones de los equipos de deshielo y antihielo.
- Desconocimiento de la tripulación de los procedimientos específicos a aplicar en condiciones de formación de hielo para este tipo de aeronave.
- Falta de medios técnicos adecuados para acceder y realizar las inspecciones prevuelo que define la documentación de la aeronave en estas situaciones.
- Falta de experiencia previa en situaciones meteorológicas similares a las del accidente.

- Cierta factor de presión a cumplir con la planificación prevista de la operación por el tipo de mercancía que transportaba, por los condicionantes en el resto de las operaciones y por las posibles consecuencias en los tiempos de actividad.
- Demora en los procesos de deshielo del Aeropuerto de Barcelona-El Prat.

#### 4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD

**REC 24/06.** Los escenarios de operación inusuales implican un riesgo para las operaciones por el factor de novedad que suponen a las tripulaciones. El vuelo en condiciones de formación de hielo es muy peligroso por los efectos que tiene sobre las características de controlabilidad y aeronavegabilidad de las aeronaves y, en este sentido, es importante la formación de las tripulaciones. Por este motivo se recomienda a la DGAC que requiera de los operadores de transporte aéreo comercial la realización de cursos de formación específica periódica sobre el vuelo en condiciones meteorológicas adversas en los que, al menos, se contemplen aspectos como:

- Condiciones de formación de hielo y su reconocimiento.
- Tipos de hielo.
- Formación de hielo en la aeronave.
- Procedimientos de recuperación.
- Procedimientos en condiciones de engelamiento en tierra.
- Capacidad y límites de los sistemas y equipos de deshielo y antihielo.

**REC 25/06.** Para dar cumplimiento al manual de operación para la tripulación (Pilot's Operating Handbook) editado en marzo de 2005, se recomienda a la DGAC que se asegure de que los operadores de Cessna Caravan 208 tienen dispuestos los medios técnicos necesarios para que las tripulaciones puedan acceder a todas las zonas de la aeronave establecidas con objeto de realizar las inspecciones visuales y táctiles obligatorias antes del despegue. Las tripulaciones deben estar concienciadas de la necesidad de que la aeronave despegue sin ningún tipo de contaminación (restos de hielo, etc.) en la estructura debido a la imprevisibilidad de los efectos de las mismas sobre el comportamiento y controlabilidad de la aeronave.

**REC 26/06.** Se recomienda a AENA que revise la idoneidad y aplicación de sus planes de actuación frente a situaciones en las que se producen condiciones meteorológicas adversas al objeto de garantizar de manera efectiva que se minimizan los efectos de esas situaciones sobre la seguridad de los vuelos.