

Análisis del informe del incidente del B767 de Air Canada en Madrid-Barajas

FOD: la amenaza invisible

José Manuel Pérez Arquero, *colegiado n° 81.*

Imágenes: *informe del incidente IN-006/2020. CIAIAC*

El 3 de febrero de 2020, a las 14:58LT, el Boeing B-767 de Air Canada con matrícula C-GHOZ despegaba del aeropuerto de Madrid-Barajas rumbo a Toronto cuando, dos segundos antes de VR, estalló el neumático de la rueda n°5, desencadenando una serie de eventos que terminaron 4 horas y 8 minutos después con un aterrizaje de emergencia en la pista 32L de Barajas. El informe técnico de la Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación Civil (CIAIAC), publicado recientemente, pone de manifiesto el excelente trabajo realizado tanto por la tripulación como por el servicio de ATC y el aeropuerto de Madrid y nos recuerda una amenaza a la que no se le suele prestar mucha atención, pero que una vez más ha sido la causa de un grave incidente: los residuos de objetos extraños, más conocidos por

sus siglas en inglés (Foreign Object Debris, FOD). Todos tenemos todavía grabadas las imágenes del accidente del Concorde en París en 2000, causado por un FOD. Según un estudio de Aviación Civil de China (CAAC), en el año 2008, sólo en China, hubo 4.500 daños de neumáticos por FOD.

El incidente

La tarde se presentaba movida en el aeropuerto de Madrid. El avistamiento de un dron en las inmediaciones del aeropuerto había obligado a suspender las operaciones. Una vez despejado el espacio aéreo y revisadas las pistas, se reanuda la actividad. El cuarto avión en la secuencia de despegue de la pista 36L era el vuelo 837 de Air Canada con destino al aeropuerto de Toronto Pearson. A bordo, 2 pilotos, 6 TCP y 130 pasajeros, que ya acumulaban dos horas de retraso por

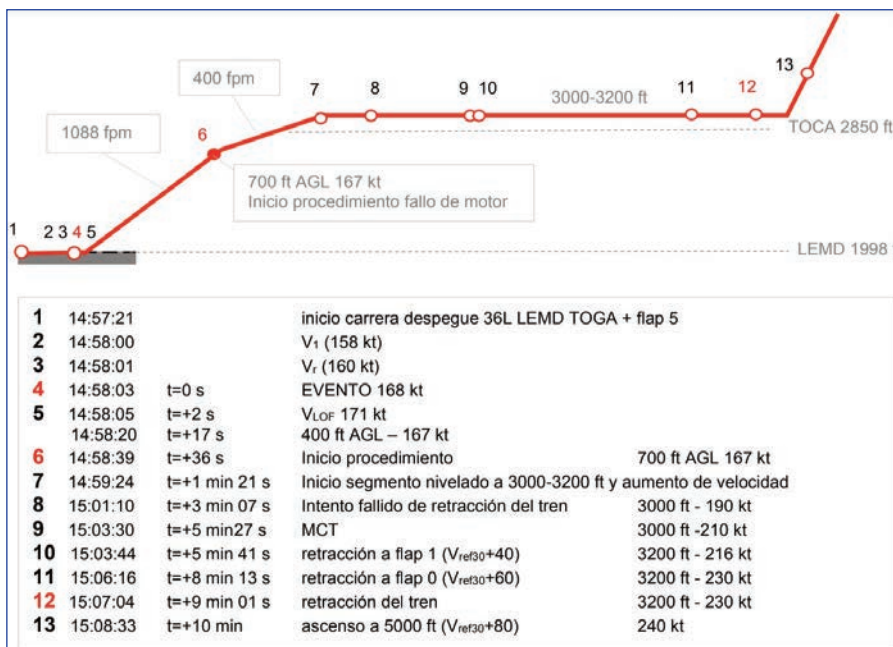
el incidente del dron. A las 14:57 inicia su carrera de despegue. A las 14:58:03, pasada la V1 y dos segundos antes de la velocidad de rotación, explota el neumático n°5, correspondiente a la rueda trasera izquierda del tren principal izquierdo. Varios fragmentos del mismo son ingeridos por el motor 1 y otros causan daños al sensor de inclinación del tren y daños menores en flaps y carenado del motor. La secuencia del despegue quedó recogida por las cámaras del aeropuerto.

La tripulación escuchó la explosión, seguida de la disminución de potencia del motor 1 y un fuerte olor a goma quemada. Continuó el despegue y a los 30 segundos inició los procedimientos de fallo de motor, en rumbo de pista ascendiendo a 3000 pies. TWR comunica al avión que transfiera con control de salidas (DEP). No hay contestación. Después de una segunda llamada, el ACA837 declara "MAYDAY MAYDAY MAYDAY with engine failure, stand by". TWR cancela el siguiente despegue y avisa a DEP que les va a transferir un avión con fallo de motor. Se produce la segunda comunicación del avión en la que informa de que han asegurado el motor y solicitan vectores radar. TWR le vuelve a instruir que contacte con DEP. El avión vira a la izquierda hacia NVS, siguiendo el perfil de fallo de motor publicado por Air Canada, abandonando la SID y así lo notifica en su primera comunicación con DEP. el controlador le pregunta si pueden ascender a 5000 pies, a lo que contestan: "we're trying".

La situación del B767 en esos momentos era crítica. Se encontraban



Secuencia de las cámaras de seguridad del aeropuerto.



Esquema del perfil de ascenso

con un motor parado, sin posibilidad de retraer el tren, sin poder ascender de 3000 pies y rumbo a la Sierra de Madrid, por debajo de las alturas mínimas de vigilancia radar, de hasta 6500 en ese rumbo. La tripulación solicitó vectores radar “to a lower area”. Fueron instruidos a virar a rumbo 160°, con este rumbo sobrevolaron la ciudad de Madrid a 1000 pies AGL, acelerando para retraer los flaps. A las 15:07 consiguieron retraer el tren y continuar su ascenso a 5000 pies. A partir de ese momento la situación mejoró sustancialmente.

El motivo por el cual no podían retraer el tren fue debido a que los restos de neumático dañaron el sensor de inclinación, que indica si el tren está en la posición correcta para

la retracción. Finalmente, la tripulación consiguió retraerlo utilizando un procedimiento alternativo que desbloquea el tren independientemente del sensor de inclinación.

Una vez conseguido el ascenso, entraron en circuito de espera en TOBEK a 5000 pies.

Mientras tanto, en el aeropuerto la situación era bastante complicada. Las pistas 36L y 32L estaban reservadas para el ACA837, dirigiendo el resto del tráfico a las dos pistas restantes. Además, el controlador de torre no vio el reventón del neumático y no fue hasta 6 minutos después del despegue cuando el Servicio de Plataforma (señalero) se ofreció a realizar una inspección de la pista, encontrando numerosos restos, infor-

mación que TWR transmitió a DEP. Se cerró la 36L por limpieza, quedando la 32L libre para el aterrizaje del B767.

La tripulación, debido a los ruidos y olores del despegue, confirmados por el sobrecargo, y a la imposibilidad inicial de retraer el tren, tiene la certeza de tener serios daños en el tren de aterrizaje y se enfrenta a un complicado dilema. Por un lado, tienen un motor parado con daño severo, emergencia que te conmina a aterrizar lo antes posible en el aeropuerto adecuado más cercano. Por otro lado, los daños en el tren de aterrizaje, de extensión y gravedad desconocidos, te recomiendan realizar el aterrizaje con el menor peso posible, para minimizar los riesgos de un colapso del tren.

Finalmente, notifican al ATC que necesitan unas tres horas para consumir el sobrepeso. Se alejan del aeropuerto hacia un punto al sureste para realizar esperas y se reabre la 32L. La 36L continúa cerrada por las labores de limpieza.

La tripulación continuaba sin saber qué tipo de daño y cuál era el tren de aterrizaje afectado, y los análisis iniciales de los restos encontrados en la pista, aunque los identificaron como pertenecientes al avión y así se transmitió a la tripulación, no precisaban nada concluyente. El ATC sugirió a la tripulación un análisis visual del tren por parte de un F-18 del Ejército del Aire, basado en la cercana base aérea de Torrejón. La tripulación aceptó y se organizó la inspección, durante la cual el B767 volvió a extender el tren y los flaps. Cabe destacar aquí la utilidad del uso de las nuevas tecnologías, ya que el piloto del F-18 realizó fotografías, que envió al ATC y éste a su vez a la tripulación, mediante correo electrónico, junto con fotografías de los restos encontrados en la pista, permitiendo a los pilotos hacerse una idea precisa del estado del avión, comprobando que sólo una rueda había resultado afectada. Por fin, después de unas dos horas y media de esperas y después de 4 horas y 8 minutos, el avión toma tie-

El neumático fue reconstruido casi por completo y el análisis detallado del tipo de rotura desveló que tanto la banda de rodadura como el cuerpo del neumático fueron atravesados por un pequeño objeto afilado de 1,5 mm de diámetro y 7 cm de largo, que provocó la destrucción explosiva del mismo.

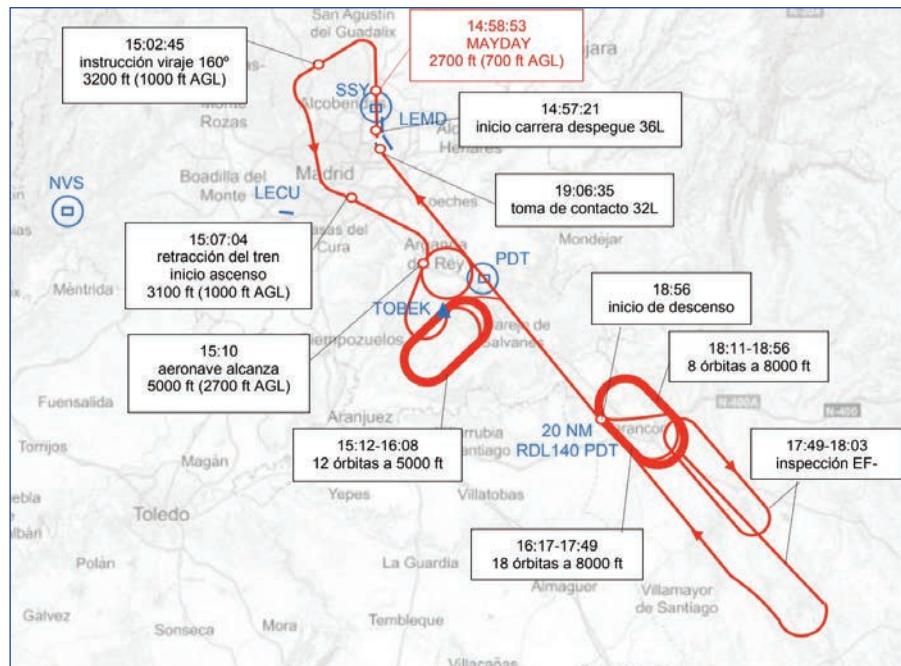
En la pista 32L. Tras el aterrizaje, el avión permanece en la pista donde el servicio contraincendios procede a enfriar los frenos durante una hora, tras lo que el B767 continúa el rodaje por sus propios medios al aparcamiento, desembarcando los pasajeros y poniendo fin a la emergencia.

Análisis de las causas del incidente

El análisis de los restos encontrados en las pistas de despegue y aterrizaje, así como los recuperados en el interior del motor izquierdo, y las diferentes marcas de goma encontradas en diversos puntos del fuselaje, flaps y góndola del motor 1, permiten reconstruir los hechos. La explosión del neumático 5 produjo la dispersión de multitud de restos, varios de los cuales fueron ingeridos por el motor 1, causando severos daños en el mismo. Otros restos deformaron el sensor de inclinación del tren, impidiendo la normal operación del mismo.

Restaba la pregunta más importante: ¿Por qué estalló el neumático? Se analizaron el historial del neumático y los partes de vuelo anteriores para ver posibles desperfectos en el mismo, no encontrando ningún defecto significativo. El tren de aterrizaje fue revisado antes del despegue en la inspección prevuelo tanto por el servicio de mantenimiento como por la tripulación. El neumático estaba equipado con un sensor de sobrepresión y tres fusibles térmicos que se encontraron intactos, lo cual indica que no hubo sobrepresión ni sobrettemperatura. El neumático fue reconstruido casi por completo y el análisis detallado del tipo de rotura desveló que tanto la banda de rodadura como el cuerpo del neumático fueron atravesados por un pequeño objeto afilado de 1,5 mm de diámetro y 7 cm de largo, que provocó la destrucción explosiva del mismo. Dicho objeto no fue encontrado.

Recordemos que la pista fue revisada unos 50 minutos antes del despegue del B767, aunque hubo otros tres despegues anteriores al que nos ocupa. El método de detección de



Trayectoria completa del vuelo

FOD utilizado en el aeropuerto de Madrid es exclusivamente visual. Cuatro veces al día, dos vehículos de plataforma recorren la pista, 5 metros a cada lado del eje, a un máximo de 60 km/h intentando detectar cualquier objeto extraño en la misma. Se ha demostrado que con este método, es prácticamente imposible divisar un objeto de las dimensiones del que causó este incidente. De hecho, en el marco de la investigación se realizó una prueba colocando varios objetos similares en la pista para comprobar si eran detectados en las inspecciones del servicio de plataforma, no

siendo ninguno de ellos localizado. No se ha podido determinar el origen de dicho FOD, si provenía de algunas de las aeronaves que despegaron con anterioridad o si ya se encontraba en la pista y no fue detectado. La hipótesis de los investigadores es que la rueda 1 pasó por encima del FOD y lo colocó en una posición que hizo que penetrara en el neumático de la rueda 5, causando su estallido.

Análisis de las actuaciones

En primer lugar, los pilotos, con gran experiencia, demostraron un alto grado de profesionalidad, ejecutaron

El método de detección de FOD utilizado en el aeropuerto de Madrid es exclusivamente visual. Cuatro veces al día, dos vehículos de plataforma recorren la pista, 5 metros a cada lado del eje, a un máximo de 60 km/h intentando detectar cualquier objeto extraño en la misma. Se ha demostrado que, con este método, es prácticamente imposible divisar un objeto de las dimensiones del que causó este incidente.



Fotos realizadas por el F-18

los procedimientos de forma correcta y analizaron la situación de forma muy acertada. En las conversaciones grabadas por el CVR, ambos mostraron una conversación relajada y bidireccional, se les escuchó realizar una revisión de los procedimientos tanto realizados como pendientes, establecieron de forma clara las expectativas para el resto del vuelo, comentaron los posibles riesgos durante el aterrizaje y fomentaron un ambiente en el que poder aclarar cualquier duda o preocupación. La comunicación, tanto entre ellos, como con el sobrecargo, el ATC y los pasajeros fue fluida, concisa y muy apropiada a cada momento de la emergencia. Respecto a la decisión de no realizar un aterrizaje inmediato tras el fallo de motor, hay que tener en cuenta las dudas sobre la integridad del tren de aterrizaje, que no quedaron resueltas hasta la inspección del F-18. Es chocante que el B767 no proporcionara en cabina información sobre el estado de los neumáticos.

La tripulación de cabina tuvo un papel muy importante, tanto proporcionando información a los pilotos sobre los efectos del reventón como informando y tranquilizando a los pasajeros, que también fueron informados por el comandante en diversas ocasiones. La labor del controlador de la torre de Barajas fue así mismo muy profesional. Cabe destacar que respetó el “stand-by” de la tripulación, no añadiendo con sus intentos de comunicación más carga de trabajo en cabina, en un momento muy crítico. Sí avisó inmediatamente de la emergencia al controlador de salidas y al aeropuerto. Cabe destacar el papel del coordinador de plataforma (señalero), que de manera proactiva se ofreció a TWR para realizar una inspección de la pista 36L, gracias a la cual se descubrieron los restos y se evitó que esa pista pudiera ser usada por el Air Canada. El controlador del sector de salidas tuvo un papel muy difícil, ya que se encontró con un avión muy por deba-

jo de la altura mínima, sin posibilidad de ascender y rumbo a terreno elevado. La decisión de instruir al avión a virar rumbo 160° fue la forma más rápida y directa de dirigirlo a la zona más baja posible, así como acercarlo al aeropuerto. Sin embargo, esta decisión llevó al avión a sobrevolar la ciudad de Madrid a 1000 pies AGL, con el riesgo que ello supone. Hay que tener en cuenta que en la presentación radar del controlador no figuran los núcleos de población. El ofrecimiento de una inspección visual por parte del F-18 fue también una gran aportación, así como la labor en la misma del piloto militar, realizando unas fotografías muy útiles para la tripulación. En general, todos los actores implicados realizaron un gran trabajo en equipo y demostraron una estupenda capacidad de gestión y comunicación efectiva.

Recomendaciones de seguridad

REC/38/21: Se solicita a AENA la mejora del procedimiento de detección de FOD en pista. Incidentes como éste ponen de manifiesto que la inspección visual es insuficiente para detectar los FOD de pequeño tamaño. Existen ya en funcionamiento desde hace años en los principales aeropuertos del mundo sistemas automatizados de detección de FOD basados en radares de onda milimétrica o sistemas de vigilancia óptica basados en inteligencia artificial (AI), pero de un coste muy superior a la vigilancia visual.

REC/39/21: Se solicita a ENAIRE que instruya a sus controladores para que transmitan al aeropuerto la emergencia de manera más precisa y detallada, para poder adaptar el nivel de alerta a la situación concreta. El aviso de TWR al aeropuerto fue que “había una emergencia”, sin especificar más.

REC/40/21: Se recomienda a ENAIRE que incluya en sus procedimientos solicitar una inspección de pista siempre que haya una emergencia próxima al despegue. Ello hubiera



Daños en el motor izquierdo



Daños en el tren de aterrizaje

evitado que la 36L fuera considerada operativa durante los 8 minutos posteriores al despegue.

REC/41/21: Se recomienda a ENAIRE que se incluya una inspección de la pista de despegue siempre que una aeronave notifique una explosión de neumático, independientemente de la fase de vuelo que sea. La tripulación de Air Canadá notificó al controlador de DEP que habían tenido un reventón, pero el controlador no pasó esa información a TWR.

Conclusiones

La principal conclusión que se extrae de este informe es que, si queremos que Madrid sea realmente el principal hub del sur de Europa, necesitamos urgentemente un sistema automatizado de detección de FOD, que nos

iguale a los principales aeropuertos del mundo.

En cuanto a las enseñanzas para las tripulaciones, mención especial merece la operación de la pista 36L en Madrid. Prácticamente todas las SID de esta pista sobrevuelan la Sierra de Guadarrama, con MSA mínimas de hasta 11000 pies, a pocas millas del aeropuerto. En su diseño, parecen tener mayor peso los criterios de atenuación de ruido que la seguridad de franqueamiento de obstáculos. Es, además, la pista utilizada por prácticamente todos los vuelos transoceánicos, que despegan cargados para cruzar el Atlántico. Debemos ser muy conscientes de que cualquier fallo que comprometa nuestro régimen de ascenso, nos pone en una situación muy complicada y que debemos aban-

donar esa zona lo antes posible. En esta ocasión, también se utilizaron unos recursos que normalmente no se nos hubieran ocurrido en un primer momento, pero que resultaron muy útiles para la resolución de la emergencia. El primero fue la utilización de un avión militar para realizar una inspección visual al estado del B767. Y el segundo fue el uso de las nuevas tecnologías, ya que las fotos realizadas por el F-18 fueron transmitidas al ATC y a la tripulación utilizando los teléfonos móviles y el wifi disponible ya en muchos aviones. En definitiva, esta emergencia tuvo un final feliz gracias a la gran preparación y profesionalidad de los actores implicados, la fluida comunicación y una gran coordinación y colaboración gracias a la cual todos remaron en la misma dirección para llevar al vuelo Air Canada 837 a buen puerto. ■

El piloto del F-18 realizó fotografías, que envió al ATC y éste a su vez a la tripulación, mediante correo electrónico, junto con fotografías de los restos encontrados en la pista, permitiendo a los pilotos hacerse una idea precisa del estado del avión y comprobando que sólo una rueda había resultado afectada.

Bibliografía

- Informe Técnico IN-006/2020 de la Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación Civil.
- FOD Detection System, John R. Weller, FAA, 2014.
- Research on FOD Detection System of Airport Runway Based on Artificial Intelligence, IOP publishing, 2020.