

Informe de Seguridad Operacional

Sucesos Aeronáuticos



Falla de neumático tren de aterrizaje

FB Líneas Aéreas SA

Boeing B-737-800, LV-HKR

Aeropuerto Internacional Ministro Pistarini, Ezeiza, Buenos Aires

29 de diciembre de 2018

68264545/18



Ministerio de Transporte
Argentina



Junta de Seguridad en el Transporte

Av. Belgrano 1370, piso 12º

Argentina, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, C1093AAO

(54+11) 4382-8890/91

www.argentina.gob.ar/jst

info@jst.gob.ar

Informe de Seguridad Operacional 68264545/18

Publicado por la JST. En caso de utilizar este material de forma total o parcial se sugiere citar según el siguiente formato Fuente: Junta de Seguridad en el Transporte.

El presente informe se encuentra disponible en www.argentina.gob.ar/jst



ÍNDICE

ADVERTENCIA	4
NOTA DE INTRODUCCIÓN	5
LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS	6
SINOPSIS	8
1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS	9
1.1 Reseña del vuelo	9
1.2 Lesiones al personal	9
1.3 Daños en la aeronave	10
1.4 Otros daños	11
1.5 Información sobre el personal	11
1.6 Información sobre la aeronave	13
1.7 Información meteorológica	14
1.8 Ayudas a la navegación	14
1.9 Comunicaciones.....	14
1.10 Información sobre el lugar del suceso	15
1.11 Registradores de vuelo	15
1.12 Información sobre los restos de la aeronave y el impacto	15
1.13 Información médica y patológica	17
1.14 Incendio	17
1.15 Supervivencia	17



1.16	Ensayos e investigaciones	17
1.17	Información orgánica y de dirección	23
1.18	Información adicional	23
1.19	Técnicas de investigaciones útiles o eficaces	26
2.	ANÁLISIS	27
2.1	Introducción	27
2.2	Aspectos institucionales	27
3.	CONCLUSIONES	31
3.1	Conclusiones referidas a factores relacionados con el incidente	31
3.2	Conclusiones referidas a otros factores de riesgo de seguridad operacional identificados por la investigación	31
4.	RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD OPERACIONAL	32
4.1	A Fly Bondi Líneas Aéreas	32
4.2	A la Administración Nacional de Aviación Civil	32



ADVERTENCIA

La misión de la Junta de Seguridad en el Transporte (JST) es determinar las causas de los accidentes e incidentes acaecidos en el ámbito de la aviación civil cuya investigación técnica corresponde instituir. Este informe refleja las conclusiones de la JST, con relación a las circunstancias y condiciones en que se produjo el suceso. El análisis y las conclusiones del informe resumen la información de relevancia para la gestión de la seguridad operacional, presentada de modo simple y de utilidad para la comunidad aeronáutica.

De conformidad con el Anexo 13 –Investigación de accidentes e incidentes de aviación– al Convenio sobre Aviación Civil Internacional, ratificado por Ley 13891, y con el Artículo 185 del Código Aeronáutico (Ley 17285), la investigación de accidentes e incidentes tiene carácter estrictamente técnico y las conclusiones no deben generar presunción de culpa ni responsabilidad administrativa, civil o penal.

Esta investigación ha sido efectuada con el único y fundamental objetivo de prevenir accidentes e incidentes, según lo estipula el Anexo 13.

Los resultados de esta investigación no condicionan ni prejuzgan investigaciones paralelas de índole administrativa o judicial que pudieran ser iniciadas por otros organismos u organizaciones en relación al accidente.



NOTA DE INTRODUCCIÓN

La Junta de Seguridad en el Transporte (JST) ha adoptado el modelo sistémico para el análisis de los accidentes e incidentes de aviación.

El modelo ha sido validado y difundido por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) y ampliamente adoptado por organismos líderes en la investigación de accidentes e incidentes a nivel internacional.

Las premisas centrales del modelo sistémico de investigación de accidentes son las siguientes:

- ✓ Las acciones u omisiones del personal operativo de primera línea y/o las fallas técnicas del equipamiento constituyen los factores desencadenantes o inmediatos del evento. Estos son el punto de partida de la investigación y son analizados con referencia a las defensas del sistema aeronáutico, así como a otros factores, en muchos casos alejados en tiempo y espacio del momento preciso de desencadenamiento del evento.
- ✓ Las defensas del sistema aeronáutico detectan, contienen y ayudan a recuperar las consecuencias de las acciones u omisiones del personal operativo de primera línea y/o las fallas técnicas del equipamiento. Las defensas se agrupan bajo tres entidades genéricas: tecnología, normativa (incluyendo procedimientos) y entrenamiento.
- ✓ Finalmente, los factores que permiten comprender el desempeño del personal operativo de primera línea y/o la ocurrencia de fallas técnicas, y explicar las fallas en las defensas están generalmente alejados en el tiempo y el espacio del momento de desencadenamiento del evento. Son denominados factores sistémicos y están vinculados estrechamente a elementos tales como, por ejemplo, el contexto de la operación, las normas y procedimientos, la capacitación del personal, la gestión de la seguridad operacional por parte de la organización a la que reporta el personal operativo y la infraestructura.

La investigación que se detalla en este informe se basa en el modelo sistémico. Tiene el objetivo de identificar los factores relacionados con el accidente, así como a otros factores de riesgo de seguridad operacional que, aunque sin relación de causalidad en el suceso investigado, tienen potencial desencadenante bajo otras circunstancias operativas. Lo antedicho, con la finalidad de formular recomendaciones sobre acciones viables, prácticas y efectivas que contribuyan a la gestión de la seguridad operacional.



LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS¹

AA2000:	Aeropuertos Argentina 2000
ACC:	Centro de Control de Área
ANAC:	Administración Nacional de Aviación Civil
ARMS:	Aviation Resource Management System
CESA:	Certificado de Explotación de Servicios Aéreos
CIPAA:	Centro de Investigación y Prevención de Accidentes Aéreos
CVR:	Registrador de Voces de Cabina
EANA:	Empresa Argentina de Navegación Aérea
FDR:	Registrador de Datos de Vuelo
FIR:	Región de Información de Vuelo
FOD:	Daños por Objetos Extraños
JIAAC:	Junta de Investigación de Accidentes de Aviación Civil
JST:	Junta de Seguridad en el Transporte
METAR:	Informe Meteorológico Aeronáutico Ordinario
MOE:	Manual de Operaciones del Explotador
MTOW:	Peso Máximo de Despegue
OACI:	Organización de Aviación Civil Internacional
P/N:	Número de Pieza
RAAC:	Regulaciones Argentinas de Aviación Civil
SMN:	Servicio Meteorológico Nacional
S/N:	Número de Serie

¹ Con el propósito de facilitar la lectura del presente informe se aclaran por única vez las siglas y abreviaturas utilizadas en inglés. En muchos casos las iniciales de los términos que las integran no se corresponden con los de sus denominaciones completas en español.



UTC: Tiempo Universal Coordinado

SINOPSIS

Este informe detalla los hechos y circunstancias en torno al incidente experimentado por la aeronave LV-HKR, un Boeing 737-800, en Ezeiza (Buenos Aires), el 29 de diciembre de 2018 a las 03:59 horas,² durante un vuelo de aviación comercial regular.

El informe presenta cuestiones de seguridad operacional relacionadas con la falla de neumáticos y los factores que contribuyen a la misma, como el control y monitoreo de las presiones de inflado, FODs, procedimientos de recapado de los neumáticos y el desempeño operativo de la tripulación.

El informe incluye una recomendación de seguridad operacional dirigida a Flybondi Líneas Aéreas y una recomendación de seguridad operacional a la Administración Nacional de Aviación Civil.



Figura 1. Aeronave involucrada en el incidente

² Todas las horas están expresadas en Tiempo Universal Coordinado (UTC) que para el lugar y fecha del accidente corresponde al huso horario-3.



1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS

1.1 Reseña del vuelo

El 29 de diciembre de 2018 la aeronave matrícula LV-HKR, un Boeing 737-800, despegó del Aeropuerto Internacional Silvio Pettirossi (Paraguay) a las 01:50, con destino al Aeropuerto El Palomar (Argentina), en un vuelo de aviación comercial regular.

Luego del despegue de esta aeronave, otras dos aterrizaron y visualizaron un objeto extraño al costado de la pista. Posteriormente, el personal del aeropuerto de Asunción realizó un recorrido de la pista y halló restos de un neumático correspondiente a un conjunto de tren de aterrizaje principal. Debido a que la última aeronave en despegar había sido el LV-HKR, la Torre de Control (TWR) de Asunción le comunicó la novedad al Centro de Control de Área (ACC) de Resistencia para que sea informada a dicha tripulación.

Cuando la aeronave se encontraba próximo al FIR Ezeiza, el ACC de Resistencia le informó a la tripulación que posiblemente habían roto un neumático durante el despegue, ya que encontraron restos de caucho en la pista. La tripulación, dado que no tenían confirmación de a que aeronave pertenecían los restos, y al no haber notado ningún inconveniente durante el despegue y el vuelo, decidieron continuar con el mismo.

La aeronave realizó una espera en las posiciones VANAR y San Antonio de Areco, donde la tripulación se comunicó con el Centro de Control de Operaciones (CCO) de la compañía. Luego, decidieron dirigirse por precaución al aeropuerto de alternativa, que era el Aeropuerto Internacional Ministro Pistarini (Buenos Aires).

La tripulación le comunicó la novedad a la TWR de Ezeiza y procedió a aterrizar en la pista 11. El aterrizaje se realizó sin inconvenientes y una vez liberada la pista, el personal del aeropuerto confirmó que el neumático interno del tren principal izquierdo (rueda nº 2) se encontraba dañado.

La aeronave se dirigió hasta una posición remota en la calle de rodaje G (*Golf*), donde se realizó el descenso de los pasajeros y la tripulación; en su totalidad ilesos.

El incidente ocurrió de noche y en condiciones de buena visibilidad.

1.2 Lesiones al personal

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Otros	Total
Mortales	0	0	0	0
Graves	0	0	0	0
Leves	0	0	0	0
Ninguna	6	130	0	136

Tabla 1

1.3 Daños en la aeronave

1.3.1 Célula

Leves.

1.3.2 Motor

Sin daños.



Figura 2. Tren de aterrizaje principal izquierdo



Figura 3. Daños en el ala izquierda

1.4 Otros daños

No hubo.

1.5 Información sobre el personal

La certificación del comandante cumplía con la reglamentación vigente.

Comandante	
Sexo	Masculino
Edad	33 años
Nacionalidad	Argentina
Licencias	Transporte de Línea aérea
Habilitaciones	Motores y multimotores terrestres
	Vuelo nocturno
	Vuelo por instrumentos
	B738
Certificación médica aeronáutica	Clase 1 Válida hasta el 31/07/2019

Tabla 2



Su experiencia era la siguiente:

Horas de vuelo	General	En el tipo
Total general	6160,4	136,2
Últimos 90 días	136,2	136,2
Últimos 30 días	78,5	78,5
Últimas 24 horas	0	0
En el día del suceso	2,3	2,3

Tabla 3

La certificación del Primer Oficial cumplía con la reglamentación vigente.

Primer Oficial	
Sexo	Masculino
Edad	29 años
Nacionalidad	Argentina
Licencias	Piloto comercial de primera clase de avión
Habilitaciones	Monomotores y multimotores terrestres hasta 5700 kg Vuelo nocturno Vuelo por instrumentos Copiloto B738 Copiloto B737
Certificación médica aeronáutica	Clase 1 Válida hasta el 28/02/2019

Tabla 4

Su experiencia era la siguiente:

Horas de vuelo	General	En el tipo
Total general	5570	380
Últimos 90 días	230	230
Últimos 30 días	70	70
Últimas 24 horas	0	0

En el día del suceso	2,3	2,3
----------------------	-----	-----

Tabla 5

La tripulación de la cabina de pasajeros cumplía con la reglamentación vigente.

1.6 Información sobre la aeronave

La aeronave estaba certificada de conformidad con la reglamentación vigente y los registros indican que estaba mantenida de acuerdo con el plan de mantenimiento del fabricante.

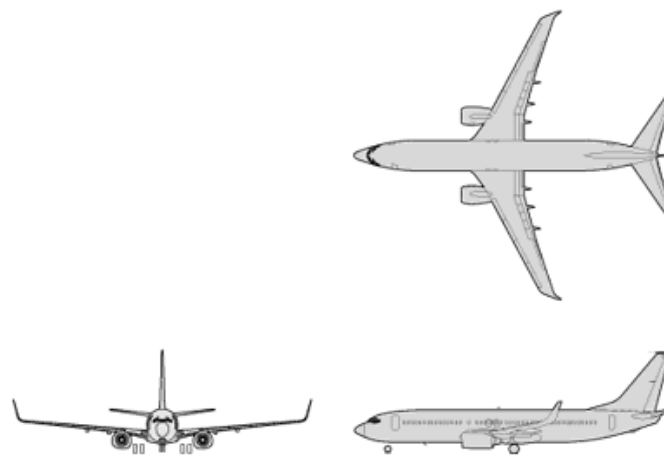


Figura 4. Perfil de la aeronave

Aeronave		
Marca	Boeing	
Modelo	737-800	
Categoría	Avión	
Fabricante	The Boeing Company	
Año de fabricación	2002	
Número de serie	32614	
Peso máximo de despegue	79.000 kg	
Peso máximo de aterrizaje	66.360 kg	
Peso vacío	43.176 kg	
Horas totales	43.799,7	
Horas desde la última inspección	4,6	
Ciclos totales	32.583	
Certificado de matrícula	Propietario	FB Líneas Aéreas SA
	Fecha de expedición	06/06/2018
Certificado de aeronavegabilidad	Clasificación	Estándar
	Categoría	Transporte
	Fecha de emisión	14/02/2018
	Fecha de vencimiento	No aplica

Tabla 6

Motor N°1	
Marca	CFM Internacional
Modelo	56-7B24-3
Número de serie	896868
Horas totales	11.974,5
Horas desde la última intervención	4,6
Ciclos totales	9.862

Tabla 7

Motor N°2	
Marca	CFM Internacional
Modelo	56-7B24-3
Número de serie	896691
Horas totales	18.607,5
Horas desde la última intervención	4,6
Ciclos totales	13.753

Tabla 8

Peso y balanceo al momento del accidente	
Peso vacío	43.176 kg
Peso del piloto	10.174 kg
Peso del combustible	5.400 kg
Peso total	58.750 kg
Peso máximo permitido de despegue	65.317 kg
Diferencia en menos	6.567 kg

Tabla 9

El peso y el balanceo de la aeronave se encontraban dentro de la envolvente de vuelo indicada en el despacho de aeronave.

1.7 Información meteorológica

No relevante.

1.8 Ayudas a la navegación

No aplica.

1.9 Comunicaciones



A las 02:52 horas el Centro de Control de Área (ACC) de Resistencia se comunicó con la tripulación de la aeronave para consultarles si habían tenido algún problema en alguna de sus cubiertas durante el despegue, dado que desde Asunción le informaron que habían encontrado restos (caucho) de un neumático de tren principal de aterrizaje en la pista. La tripulación contestó que no habían registrado ningún inconveniente durante el despegue, ascenso y resto del vuelo, por lo que continuaron el vuelo de acuerdo con la planificación.

De los registros de las comunicaciones no pudo confirmarse si la tripulación notificó el desvío a la alternativa a “Baires Control”, no obstante, cuando la aeronave fue transferida al control de “Ezeiza Aproximación”, el controlador consultó a la tripulación el motivo del desvío al aeropuerto de alternativa. La tripulación refirió haber sido informada del hallazgo de caucho posterior a su despegue en el Aeropuerto de Asunción; razón por la cual procedían a aterrizar de manera preventiva en el Aeropuerto de Ezeiza.

1.10 Información sobre el lugar del suceso

El incidente se produjo durante el despegue en el Aeropuerto de Asunción.

Lugar del suceso	
Ubicación	Aeropuerto Internacional Silvio Pettirossi
Coordenadas	25° 14' 28" S – 057° 31' 00" W
Superficie	Asfalto
Dimensiones	3.352 m x 45 m
Orientación magnética	20/02
Elevación	290 ft

Tabla 10

1.11 Registradores de vuelo

La aeronave estaba equipada con un registrador de datos de vuelo (FDR) y un registrador de voces de cabina (CVR), conforme a lo establecido por la normativa vigente para el tipo de aeronave y operación.

1.12 Información sobre los restos de la aeronave y el impacto

La aeronave despegó desde la pista 02 del aeropuerto de Asunción (Paraguay) y dejó restos del neumático interno del tren principal izquierdo en el lado oeste de la pista, entre las calles de rodaje “C” y “D”. Parte de los restos impactaron con las superficies de *flap* del ala izquierda, sin generar inconvenientes durante la operación de este.



Figura 5. Dispersión de restos del neumático en el Aeropuerto Internacional Silvio Pettirossi

La aeronave aterrizó con el neumático dañado en el aeropuerto de alternativa declarado en el plan de vuelo.

Lugar de aterrizaje	
Ubicación	Aeropuerto Internacional Ministro Pistarini
Coordenadas	34° 49' 20" S – 058° 32' 09" W
Superficie	Asfalto
Dimensiones	3.300 m x 60 m
Orientación magnética	11/29
Elevación	67 ft

Tabla 11

La aeronave aterrizó en la pista 11 del aeropuerto de Ezeiza (Argentina), con un neumático dañado, sin dejar restos sobre la pista y/o calles de rodaje. La aeronave se dirigió a una posición remota en la calle de rodaje G (Golf).



Figura 6. Posición final de la aeronave

1.13 Información médica y patológica

No se detectó evidencia médico-patológica en la tripulación relacionada con el incidente.

1.14 Incendio

No hubo.

1.15 Supervivencia

La tripulación y los pasajeros desembarcaron de la aeronave según procedimiento normal, y resultaron sin lesiones.

1.16 Ensayos e investigaciones

Con la aeronave estacionada en la posición asignada por el aeropuerto de Ezeiza, se realizó una inspección visual y se comprobó la rotura del neumático interno de la rueda de tren principal izquierdo. Se trataba de un neumático marca Goodyear, modelo Flight Leader y medida H44,5x16,5-21, que había sido recapado. Además, en el flap del ala izquierda se observaron rastros de impacto de algunas de las partes desprendidas, lo que no afectó la funcionalidad de los sistemas de la aeronave.



Figura 7. Marcas de recapado

Se controló el estado y la presión de las demás ruedas de los trenes de aterrizaje.

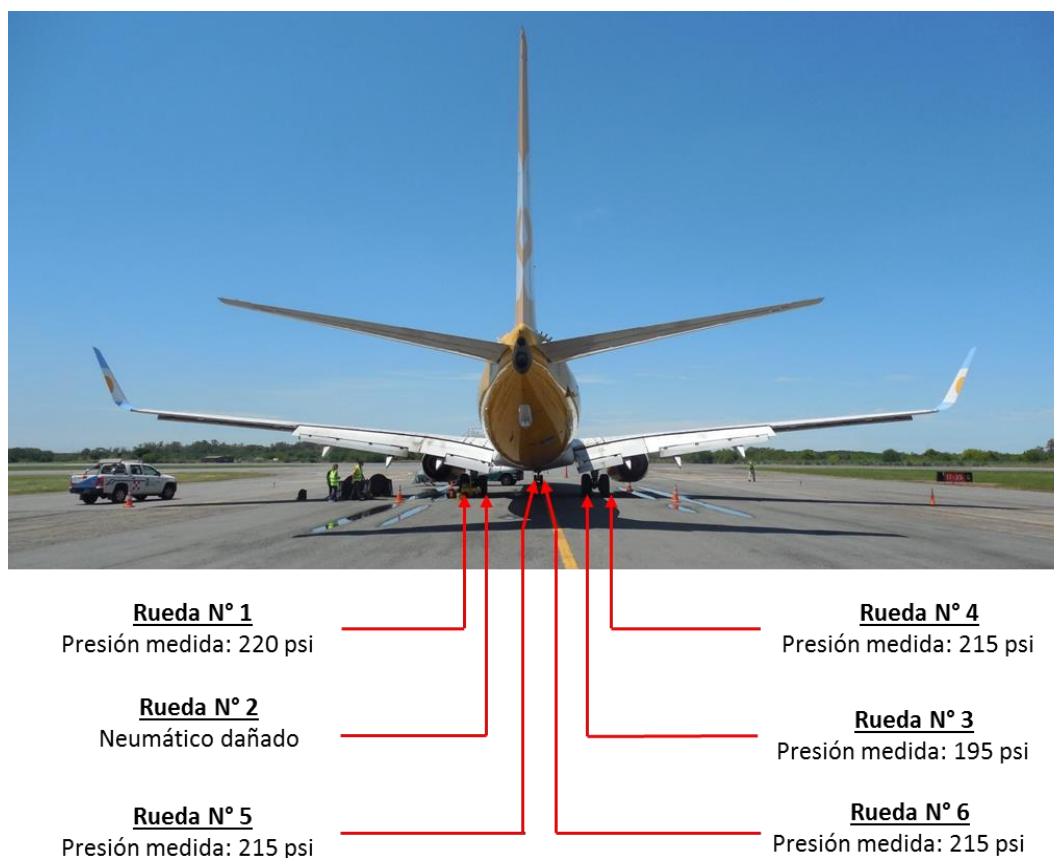


Figura 8. Medición de presión de los neumáticos

La siguiente tabla muestra los valores límites de presión de los neumáticos de acuerdo con lo establecido en el manual de mantenimiento de la aeronave.

Ruedas	Presión mínima	Presión máxima
1, 2, 3 y 4	200 psi	210 psi
5 y 6	195 psi	200 psi

Tabla 12

Los registros de mantenimiento y los registros técnicos de vuelo indicaban que la rueda había sido reemplazada una semana antes del incidente. Ni la banda de rodamiento ni el caucho presentaban signos de cortes previos, de grietas en los laterales ni evidencias de aterrizajes o frenadas bruscas.

La última liberación de aeronavegabilidad registrada tenía fecha del 28 de diciembre de 2018 y correspondía a una inspección diaria. Tal inspección requiere, entre otras tareas, el registro de las presiones medidas en las ruedas de los trenes de aterrizaje principales y de nariz. A continuación, se transcriben los valores asentados en la orden de trabajo correspondiente a la inspección diaria del 28 de diciembre de 2018 para la aeronave LV-HKR:

Nose Landing Gear. (Spec. Pressure is 195-5/+5 psi)	NLG	Antes	Después
	#1	200 psi	200 psi
	#2	200 psi	200 psi
Left Main Landing Gear (Spec. Pressure is 205 -5/+5 psi)	LMLG	Antes	Después
	#1	210 psi	210 psi
	#2	210 psi	210 psi
Right Main Landing Gear (Spec. Pressure is 205 -5/+5 psi)	RMLG	Antes	Después
	#1	210 psi	210 psi
	#2	210 psi	210 psi

Tabla 13

Las ruedas de los aviones de transporte son el componente de mayor rotación (mayor recambio) de un avión. Dependiendo del régimen de uso, su vida útil no excede unas pocas semanas y, además, están entre los elementos más chequeados/inspeccionados. La condición de servicio debe ser verificada luego de cada aterrizaje y antes del despegue por la tripulación o personal de mantenimiento. Boeing establece que la presión debe ser chequeada y calibrada en un período no mayor a las 48 horas.

La documentación presentada por el explotador de la aeronave mostraba que el neumático había recibido su tercer proceso de recapado en una planta oficial de Goodyear. Asimismo, la rueda



(maza) había sido inspeccionada y armada con el neumático antes mencionado, en un taller que tenía la habilitación correspondiente.

La investigación verificó en las instalaciones de la base principal de mantenimiento del operador en la localidad de El Palomar, que las ruedas estaban almacenadas de manera correcta; identificadas y con registros de su control físico y documental rutinario de acuerdo con los procesos reglamentarios.

En el depósito había un número de ruedas de nariz y principales en servicio (circulante) suficientes como para reemplazar todas las ruedas de la flota que estaba en operación, lo cual se constituye en un indicio claro de previsión logística dado que las ruedas de las aeronaves de transporte aéreo son el elemento de mayor rotación (índice de reemplazo) y que exigen un esfuerzo logístico especial.

Descripción de daños

Se consultó y solicitó la colaboración de especialistas de la firma Michelin y personal de la Dirección de Asistencia Técnica de la provincia de Santa Fe, para determinar la tipificación y valoración de los daños. Se pudo establecer que la rotura era compatible con el resentimiento de la estructura por impacto con un elemento sobresaliente de la superficie pisada; además de pliegues internos lo que indicaba indicios de haber rodado con baja presión y defectos en el proceso de recapado atribuibles a deficiencias en el tiempo, la presión o la temperatura en autoclave; manifestado por parte de la banda de rodamiento adherida al casco con lo que el problema podría haberse originado en la aplicación de la banda de rodadura o presencia de aire durante el envelopado.



Figura 9. Defectos de repicado



Figura 10. Daños internos en el neumático

El neumático presentaba en un lateral dos cortes que se propagaron de izquierda a derecha, a 45° respecto del eje de rueda, hacia ambos lados sin desgarro. Esto es coincidente con un daño por objeto extraño. Si bien no hubo reporte de objetos en pista por las autoridades del aeropuerto de Asunción, pudo haber estado presente en la pista de alguno de los últimos aeropuertos donde operó la aeronave. Otra hipótesis indica que el daño pudo haberse originado en un desnivel o reparación de la pista, que al ser pisada a alta velocidad resintió la estructura resistente del neumático.



Figura 11. Daños detectados en el neumático

Manual de despacho del operador

La entonces JIAAC evalúa todas las condiciones organizacionales en que se produce un incidente. En ese contexto, el proceso de investigación halló una discrepancia relacionada con la documentación de despacho operacional. El *Manual de Operaciones del Explotador* (MOE), Volumen III, Manual de Despacho, contiene y describe los procedimientos y técnicas para el despacho de la flota Boeing 737-800 de la empresa.

El capítulo 7, “Sistema de plan de vuelo computarizado”, establece que el explotador empleará para el cálculo de sus planes de vuelo el sistema *Aviation Resource Management System* (ARMS), el cual automatiza y optimiza la planificación del vuelo y el proceso de despacho. A su vez, este capítulo establece un procedimiento para realizar el despacho de forma manual que se utilizará de acuerdo con los requerimientos de la autoridad, del explotador o cuando la seguridad de la operación lo requiera.

Como hallazgo durante el proceso de investigación, que no está relacionado con el incidente, pero es un factor potencial que podría afectar la seguridad operacional, fueron las envolventes para el cálculo de peso y balanceo de la aeronave en el sistema ARMS y para el despacho manual presentaban diferencias entre sí, siendo la envolvente correcta la correspondiente al sistema ARMS.



1.17 Información orgánica y de dirección

Flybondi Líneas Aéreas

La aeronave involucrada en el incidente era operada por FB Líneas Aéreas S.A. Esta empresa tiene como base de operaciones en el aeropuerto de El Palomar, y vuela a diversos destinos nacionales e internacionales, acorde a la normativa vigente RAAC 121, “Requerimientos de operación, operaciones regulares internas e internacionales, operaciones suplementarias”.

El Certificado de Explotador de Servicios Aéreos (CESA) fue emitido por la ANAC el 10 de enero de 2018, y autoriza a la empresa para la explotación de servicios regulares internos e internacionales de transporte aéreo de pasajeros, carga y correo utilizando aeronaves de gran porte. Al momento del incidente, la empresa tenía afectada 5 aeronaves Boeing 737-800, incluyendo el LV-HKR, y 62 pilotos habilitados para la operación, entre los que se encontraban la tripulación involucrada en el incidente.

Aeropuerto internacional Silvio Pettirossi – Asunción - Paraguay

Este aeropuerto posee una oficina de Coordinación SMS, responsable de la gestión de la seguridad operacional. A su vez, este aeropuerto cuenta con un Manual de Aeródromos que incluye en la Parte 5, los procedimientos para la identificación de peligros y análisis de riesgo.

Los departamentos de Operaciones y Mantenimiento del aeropuerto son los encargados de realizar los recorridos diurnos y nocturnos de las áreas de movimiento con la siguiente frecuencia:

- Cuatro recorridos diurnos (2 por la mañana y 2 por la tarde).
- Dos recorridos nocturnos.
- Adicionalmente, se realizan al menos dos recorridos posteriores a operaciones de aeronaves de gran porte, especialmente en horario nocturno.

Al momento del incidente, la Coordinación SMS del Aeropuerto Internacional Silvio Pettirossi no contaba con registros estadísticos de eventos asociados a daños de cubiertas en operaciones terrestres de aeronaves.

1.18 Información adicional



La variedad y particularidad de las características de los defectos de los neumáticos, que en muchos casos no pueden ser visualizados a simple vista, permiten inferir la necesidad de contar con formación específica sobre el tema para poder asumir con las herramientas necesarias, las tareas de inspección.

Los requisitos regulatorios de capacitación del personal de mantenimiento y de las tripulaciones no incluyen una formación específica en neumáticos de aviación, por lo que generalmente el criterio formado se relaciona más con las experiencias e intereses personales en el tema, que con el resultado de una formación específica. Otra característica de las fallas en los neumáticos de aviación es que las consecuencias en la seguridad operacional pueden ser muy diversas e impredecibles en cuanto a su severidad.

Numerosos documentos e informes han sido emitidos por fabricantes de aeronaves, fabricantes de ruedas y neumáticos, de autoridades y organismos de investigación de accidentes sobre el uso, cuidados y defectos en los neumáticos de aviación y particularmente en la operación de aeronaves de gran porte o alta velocidad. Entre éstos se destacan:

1. Documentos publicados por Boeing

Aircraft Maintenance Manual (AMM) 32-45-00-Boeing

El manual de mantenimiento del Boeing 737-800 incluye un ítem de información para entrenamiento, que destaca que el neumático tendrá mayor vida útil si se mantiene la presión apropiada todo el tiempo. Este documento define que el contenido máximo de oxígeno aceptable es del 5% y establece los criterios a adoptar cuando se miden las presiones.

Service Letter 737-SL-32-080

Este documento, con fecha del 6 de agosto de 1999, tiene como propósito reflejar el resultado de una investigación relacionada con la pérdida parcial o total de la banda de rodamiento en neumáticos de aeronaves Boeing.

Se enumeran diversas causas que han provocado la pérdida de bandas de rodamiento entre las que se incluyen:

Foreign object damage (daño por objeto extraño)

Operación con sobredeflexión (operación con baja presión del neumático)

Diseño del neumático



Inadecuada inspección del casco de la rueda durante el proceso de recapado

Problemas introducidos durante el proceso de recapado

Boeing recomienda investigar cada caso de pérdida de banda de rodamiento para determinar la causa y así adoptar las acciones correctivas necesarias.

Service Letter 737-SL-32-128A

Esta carta de servicio, emitida el 28 de junio de 2005, contiene recomendaciones sobre el uso de neumáticos recapados en aeronaves Boeing 737NG.

Boeing ha participado junto a operadores y autoridades de investigación en numerosos estudios de casos en los que hubo fallas de neumáticos en servicio. Uno de los resultados de esos estudios atribuyó las pérdidas totales o parciales de carcassas o bandas de rodamiento en las aeronaves 737NG, a un inadecuado chequeo por ensayos no destructivos en el proceso de recapado, basado en que no todas las áreas del neumático son examinadas, como por ejemplo, los laterales.

El documento sugiere tres caminos para prevenir defectos en las paredes laterales del neumático: (a) chequeos rigurosos por ensayo no destructivo, (b) límite en el número de recapados, (c) frecuencia y cuidados en el chequeo de las presiones. Estos procesos son llevados a cabo durante los distintos tratamientos en las distintas etapas del proceso de recapado, llevado a cabo en la fábrica.

Service Letter 737-SL-12-015-B

Este documento, emitido el 26 de septiembre de 2007, tiene como propósito estandarizar el intervalo recomendado para la medición de la presión de ruedas en todos los tipos de aeronaves Boeing. El documento recomienda realizar una medición diaria de la presión.

Existen dos artículos del *Boeing Fleet Team Digest* que examinan el desgaste de hombros en las ruedas de tren principal. Ambos documentos resaltan la importancia de la medición y control de la presión, e indican que las posiciones más afectadas son las ruedas internas del tren principal de aterrizaje.

2. Documentos de autoridades aeronáuticas

Autoridades



La Agencia Europea de Seguridad Aérea (EASA) inició una consulta en mayo de 2017 a organizaciones de diseño, fabricantes de aeronaves de gran porte, proveedores de partes, organizaciones de mantenimiento y operadores de aeronaves de transporte, para recibir propuestas de diseño o mejoras en el sistema de monitoreo de la presión de ruedas.

La baja presión de inflado continúa siendo el factor de mayor contribución en los casos de accidentes o incidentes relacionados con fallas de ruedas y neumáticos. Por lo tanto, el aseguramiento de la presión de inflado de las ruedas constituye el factor más importante para una operación segura de los neumáticos.

La propuesta de EASA a las diversas organizaciones involucradas en el diseño o mejoras en el sistema de monitoreo de la presión de ruedas, refleja la importancia y la necesidad de la industria de disponer de más y mejores herramientas que permitan garantizar la seguridad de estos componentes en este tipo de operación.

La *Federal Administration Aviation* (FAA) emitió una alerta de seguridad para operadores (SAFO 11001) en 2011, cuyo objeto fue alertar acerca de la importancia de la adecuada presión de inflado de las ruedas. La AC N°20-97B trata las prácticas operacionales y el mantenimiento de los neumáticos de aviación.

La *National Transportation Safety Board* (NTSB) recomendó a la FAA (*Safety recommendation A-10-046*) proveer información a los pilotos y personal de mantenimiento de aeronaves de transporte relacionada con la pérdida de presión, los requerimientos y criterios para el reemplazo de ruedas por deficiencias en la presión y fundamentalmente con la importancia de concientizar a las tripulaciones y técnicos acerca de la imposibilidad de detectar visualmente la condición de baja presión en un neumático de aviación.

1.19 Técnicas de investigaciones útiles o eficaces

No aplica.



2. ANÁLISIS

2.1 Introducción

El suceso bajo investigación presenta características que han sido comunes a otros eventos de similares características, lo que reafirma la necesidad del sistema aeronáutico de buscar nuevas barreras de defensa para evitar la recurrencia de este tipo de eventos.

2.2 Aspectos institucionales

La experiencia de la industria relacionada con la pérdida total o parcial de bandas de rodamiento identificó numerosas causas, entre los factores comunes Boeing en estudio realizado y reflejado en la *Service Letter 737-SL-32-080*, identificó a los siguientes factores como los que se repitieron en la mayoría de los casos y recomienda estudiar cada caso en particular:

- 1- FOD *Foreign object damage* (daño por objeto extraño)
- 2- Operación con sobredeflexión (operación con baja presión del neumático)
- 3- Diseño del neumático
- 4- Inadecuada inspección del casco de la rueda durante el proceso de recapado.
- 5- Problemas introducidos durante el proceso de recapado.

La investigación encontró indicios en este suceso de tres de los cinco factores mencionados, que actúan como ser:

- 1 FOD, objetos extraños en la pista, calles de rodaje o plataforma.

En el análisis de la rueda, se identificaron dos cortes que se propagaron de izquierda a derecha a 45° respecto del eje de giro de rueda hacia ambos lados sin desgarro, lo que es coincidente con daño por objeto extraño; el cual pudo haber estado en la pista, pudo haber estado presente en la pista de uno de los últimos aeropuertos donde operó la aeronave o bien el daño pudo haber tenido origen en un desnivel en la superficie de la pista que al pisarse con alta velocidad resintió la estructura resistente del neumático; esta rotura es compatible con un debilitamiento de la estructura del caucho por impacto; se considera que aproximadamente el 4% de la banda de



rodamiento hace contacto con la pista en un momento determinado con lo cual al pisar la rueda sobre la parte resentida produce la propagación del daño a la zona próxima a esta.

De la información obtenida de las autoridades del aeropuerto de Asunción no se habrían encontrado objetos extraños (FOD) en la pista (además de los restos de caucho pertenecientes al tren de aterrizaje del LV-HKR) luego del despegue del LV-HKR; tampoco hubo registros de barrido de pista o recorrido, la investigación no puede asegurar o descartar que un objeto extraño haya sido el factor de la rotura de la cubierta durante el despegue.

2 Problemas introducidos durante el proceso de recapado.

En la inspección de los restos se observó en la parte interna un sector de la banda de rodamiento con parte del caucho desprendido que había quedado pegado en el casco del neumático; esto se condice con una falla en el proceso de recapado; probablemente durante la aplicación del nuevo embandado o en el envelopado haya quedado atrapado aire generándose luego el defecto durante la cocción en autoclave.

Este defecto produce una distorsión en la transmisión de esfuerzos generando concentraciones de tensiones en las zonas adyacentes a las que sufrieron distorsión en el proceso de recapado, esto entonces genera por un lado debilitamiento en una zona y por otro, mayores esfuerzos en las zonas próximas.

3 Operación con sobredeflexión (operación con baja presión del neumático)

Los registros de la última inspección de aeronavegabilidad ejecutada a la aeronave reflejaron valores en las presiones de las ruedas del tren de aterrizaje principal y de nariz que no conciden con los valores medidos luego del incidente; los registros reflejaron presiones iguales para todas las ruedas del tren principal, 210 psi y presiones iguales para las dos ruedas de tren de nariz 200 psi; esto que la investigación denominó desviaciones en el proceso de control y calibraciones de presiones podría deberse también a una serie de factores como errores de lectura, calibración del manómetro, pérdidas en el pico de inflado, hasta realizar la tarea sin las referencias documentales u otras que pueden ser de mayor gravedad.

Las ruedas del tren de aterrizaje de nariz reflejaron luego del incidente presiones mayores a las máximas aceptadas en el manual de mantenimiento de la aeronave; ambas reflejaron 215 psi cuando el máximo es 200psi; respecto de las ruedas del tren principal la N°1 reflejó 220 psi y la N°4 215 psi cuando el máximo permitido era 210 psi; la rueda N°3 tenía 195 psi, esto es 5 psi menos que el mínimo permitido.



Independientemente del valor nominal de las presiones, se observó que en el tren de aterrizaje principal derecho la rueda interna (número 3) presentaba 195 psi y la externa (número 4) 215 psi, lo cual implica una diferencia de 20 psi entre ellas (9,6% de diferencia). La presión de la rueda número 3 estaba 5 psi por debajo del valor mínimo, mientras que la número 4 estaba 5 psi por encima del valor límite máximo. La diferencia de presiones entre las ruedas de un mismo tren de aterrizaje produjo una distribución no uniforme de las cargas que debe soportar cada una, con solicitaciones mayores a las esperadas en la de mayor presión y con sobreflexión en la de menor presión.

Los valores y diferencias de presiones de las ruedas del LV-HKR constituyen un indicio de desvíos en el proceso de control y calibración de presiones establecidos por la empresa.

Para la mitigación de este tipo de fallas, el operador no es el único que puede adoptar acciones, sino que también se debe contribuir revisando sus procedimientos de control de presiones, evaluando la condición de las pistas donde opera, las condiciones de almacenamiento y manipuleo de partes, y la calificación de los proveedores de partes.

Desempeño operativo

En base a la información obtenida como resultado de las entrevistas y de la desgrabación de las comunicaciones entre la tripulación del LV-HKR y los diferentes controles de tránsito aéreo, la investigación pudo establecer que la tripulación fue notificada por el control (ACC - Resistencia) al ingresar al espacio aéreo argentino, del hallazgo de caucho en la pista, momentos posteriores al despegue del LV-HKR. Con alta probabilidad de que esos restos pertenecieran a esa aeronave por haber sido la última aeronave que despegó.

Sin embargo, tanto la tripulación técnica como la de cabina de pasajeros manifestaron no haber percibido ni evidenciado ninguna anomalía durante el despegue y ascenso. Esta información fue retransmitida por la tripulación técnica al Centro de Coordinación de Operaciones de la compañía (CCO), con quienes se coordinó la realización del desvío al aeropuerto de alternativa de manera preventiva. Considerando al aeropuerto de alternativa como el más adecuado dadas las dimensiones de la pista y facilidades del mismo y ante la eventual situación de un aterrizaje con una cubierta dañada. Esto evidencio que el análisis de riesgo elaborado por la tripulación/CCO de la compañía fue adecuado.

En cuanto a las comunicaciones, no pudo confirmarse que la tripulación notificó al servicio de control terminal BAIREs su decisión de desvío al aeropuerto alternativo, sí en cambio hizo lo propio al ser transferida con el servicio de control de tránsito de Ezeiza, refiriendo que el mismo se



debía al hallazgo de caucho en el aeropuerto de salida; y que probablemente pertenecía a la aeronave LV-HKR.

Aunque no esté contemplado como procedimiento obligatorio el que la tripulación se declare en emergencia ante este tipo de novedad informada/ falla potencial; el declararse en emergencia hubiera activado el protocolo de emergencia y el consecuente apresto de los servicios de emergencia para actuar ante una situación que pudiera desencadenarse de manera imprevista.

3. CONCLUSIONES

3.1 Conclusiones referidas a factores relacionados con el incidente

- ✓ La aeronave sufrió el desprendimiento de la banda de rodamiento del neumático número 2 del tren de aterrizaje durante el despegue, y partes de éste impactaron en el *flap* izquierdo, sin que esto fuera detectado por la tripulación.
- ✓ Los restos del neumático fueron encontrados en la pista durante el recorrido de la misma luego del despegue, y desde el centro de control de área fue comunicada la situación a la tripulación.
- ✓ La tripulación no disponía de información sobre qué neumático del tren principal se había dañado.
- ✓ La aeronave aterrizó en el aeropuerto de alternativa sin inconvenientes.
- ✓ Las presiones medidas en las ruedas sanas mostraron discrepancias respecto de los valores establecidos en el manual de mantenimiento de la aeronave y en la última inspección.
- ✓ La investigación no pudo determinar fehacientemente la causa de la rotura, pero detectó tres factores que pudieron obrar como factor desencadenante: cortes compatibles con daños por objeto extraño o un desnivel de la pista, rueda con baja presión por deficiencia en el control de presiones y defectos en el proceso de recapado.

3.2 Conclusiones referidas a otros factores de riesgo de seguridad operacional identificados por la investigación

La investigación identificó un factor, sin relación de causalidad con el accidente, pero con potencial impacto en la seguridad operacional:

- ✓ La envolvente para el cálculo del peso y balanceo para el despacho manual de la empresa presentaba discrepancias entre los límites de operación.



4. RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD OPERACIONAL

4.1 A Fly Bondi Líneas Aéreas

RSO 1799

La autoridad de certificación de aeronaves de transporte, los fabricantes de aeronaves de gran porte y proveedores de partes y ruedas coinciden que la tarea de monitoreo y control de la presión de las ruedas es la más importante para garantizar la condición de seguridad, evitar defectos y un eventual colapso de éstas. Por ello se recomienda:

Adoptar un nuevo sistema de control de la ejecución de las tareas de calibración y registro de las presiones de las ruedas de las aeronaves de su flota.

4.2 A la Administración Nacional de Aviación Civil

RSO 1800

Esta investigación entiende que cuando una tripulación realiza el análisis de riesgo ante una situación debe privilegiar la seguridad operacional de las operaciones. Por tal motivo se recomienda:

Desarrollar material guía dirigido a las tripulaciones de la aviación comercial, así como a los pilotos de la aviación general, que incorpore como práctica recomendable que se debe declarar la emergencia de manera preventiva siempre que una aeronave presente una novedad o falla en un contexto operativo de incertidumbre, al no conocer fehacientemente la falla o la magnitud de la misma y teniendo en cuenta que la fase de aterrizaje representa un riesgo potencial, lo que implicaría la posibilidad de desencadenarse alguna situación no deseada ni prevista y que la presencia de los servicios de emergencias activados pueden contribuir a disminuir las consecuencias ante una eventualidad.



República Argentina - Poder Ejecutivo Nacional
2021 - Año de Homenaje al Premio Nobel de Medicina Dr. César Milstein

Hoja Adicional de Firmas
Informe gráfico

Número:

Referencia: LV-HKR - Informe de Seguridad Operacional

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 33 pagina/s.