

C.E. N° 2.363.987 (FAA).

ADVERTENCIA

El presente Informe es un documento técnico que refleja la opinión de la JUNTA DE INVESTIGACIONES DE ACCIDENTES DE AVIACIÓN CIVIL con relación a las circunstancias en que se produjo el incidente, objeto de la investigación con sus causas y con sus consecuencias.

De conformidad con lo señalado en el Anexo 13 al CONVENIO SOBRE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL (Chicago /44) Ratificado por Ley 13.891 y en el Artículo 185 del CÓDIGO AERONÁUTICO (Ley 17.285), esta investigación tiene un carácter estrictamente técnico, no generando las conclusiones, presunción de culpas o responsabilidades administrativas, civiles o penales sobre los hechos investigados.

La conducción de la investigación ha sido efectuada sin recurrir necesariamente a procedimientos de prueba de tipo judicial, sino con el objetivo fundamental de prevenir futuros incidentes.

Los resultados de esta investigación no condicionan ni prejuzgan los de cualquier otra de índole administrativa o judicial que, en relación con el incidente pudiera ser incoada con arreglo a leyes vigentes.

INFORME FINAL

INCIDENTE OCURRIDO EN: Aeropuerto Ezeiza / Ministro Pistarini, prov. de Buenos Aires.

FECHA: 06 de octubre de 2004

HORA: 16:56 (UTC).

AERONAVE: Avión

MARCA: BOEING

MODELO: 727-2K3-200

MATRÍCULA: CP-1367

COMANDANTE: Lic. Piloto Transporte de Línea Aérea (TLA)

PRIMER OFICIAL: Lic. Piloto Comercial Avión (PCA)

INGENIERO DE VUELO: Lic. Ingeniero de Vuelo (IV)

PROPIETARIO: LLOYD AEREO BOLIVIANO SAM - República de Bolivia

Nota: Las horas están expresadas en Tiempo Universal Coordinado (UTC) que para el lugar del accidente corresponde a la hora huso -3.

# 1 INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS

## 1.1 Reseña del vuelo

1.1.1 El 06 OCT 04 el piloto despegó del Aeropuerto SLVR (República de Bolivia) con destino al Aeropuerto Ezeiza / Ministro Pistarini SAEZ (República Argentina) en cumplimiento del vuelo regular de línea LB 931.

1.1.2 El vuelo se desarrolló sin novedad hasta el lugar de destino. Luego de aterrizar por pista 11 efectuó la salida al final de la misma por calle de rodaje "H", donde se realizaron los controles posteriores al aterrizaje.

1.1.3 Al continuar rodaje, el piloto observó que necesitaba aplicar cada vez mayor potencia para la operación.

1.1.4 Ante tal circunstancia y la sospecha de un bloqueo en los frenos, optó por detenerse sobre la calle "H" luego de la intersección de ésta con la pista 17/35.

1.1.5 Comunicado con EZE TWR informó la dificultad para rodar y solicitó remolque para la aeronave y vehículos para el traslado de pasajeros.

1.1.6 El incidente se produjo de día y con buena visibilidad.

## 1.2 Lesiones a personas

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Otros
Mortales	-	-	-
Graves	-	-	-
Leves	-	-	-
Ninguna	9	117	

## 1.3 Daños sufridos por la aeronave

Rotura del eje de sujeción de la rueda interna del tren de aterrizaje principal derecho.

## 1.4 Otros daños

No hubo.

## 1.5 Información sobre el personal

### 1.5.1 Comandante

1.5.1.1 De 44 años, es titular de la Licencia de Piloto Transporte de Línea Aérea (TLA) expedida por la Dirección General de Aviación Civil (DGAC) de la República de Bolivia, otorgada el 22 SET 95.

1.5.1.2 Posee habilitaciones para Monomotores y Multimotores Terrestres

hasta 5700 kgs de PBMD; Piloto B767 / 757; Piloto B727; 1er. Oficial B707; 1er. Oficial A310; Piloto FK27. Vuelos IFR. No registra accidentes ni infracciones.

1.5.1.3 Último "recurrent" en simulador tipo B-727 "C" en Alteon, Miami (USA) en ABR 04, según certificado emitido por la empresa LAB.

1.5.1.4 Su Aptitud Psicofisiológica estaba en vigencia hasta el 31 ENE 05.

1.5.1.5 Experiencia de vuelo expresada en horas:

Total de horas:	5.668:02
En los últimos 90 días:	114:12
En el día del accidente:	2:45
En el tipo de avión accidentado:	4.139:46

1.5.2 Primer Oficial

1.5.2.1 De 46 años, es titular de la Licencia de Piloto Comercial de Avión (PCA) expedida por la Dirección General de Aviación Civil (DGAC) de la República de Bolivia, otorgada el 04 ABR 03.

1.5.2.2 Posee habilitaciones para vuelo por instrumentos en aviones Monomotores y Multimotores Terrestres hasta 5.700 kgs de PBMD; Copiloto FK27; Copiloto B727.

1.5.2.3 Último "recurrent" en simulador tipo B-727 "C" en Alteon, Miami (USA) en ABR 04, según certificado emitido por la empresa LAB Bolivian Airlines.

1.5.2.4 Su Aptitud Psicofisiológica estaba en vigencia hasta el 31 ENE 05, con limitaciones (uso de lentes).

1.5.2.5 Experiencia de vuelo expresada en horas:

Total de horas:	5.698:09
En los últimos 90 días:	170:04
En el día del accidente:	2:45
En el tipo de avión accidentado:	5.144:35 (*)

(\*) 3.709:05 como Ingeniero de Vuelo

(\*) 1.435:30 como Copiloto

1.5.3 Ingeniero de Vuelo

1.5.3.1 De 50 años, es titular de las licencias de Ingeniero de Vuelo - Certificado N° 812984 - con habilitación para B727 Y OSAB, otorgada el 26 ENE 98 y de Instructor, expedida por la Dirección General de Aviación Civil (DGAC) de la República de Bolivia, con habilitación de Instructor de Ingenieros de Vuelo en B727, otorgada el 09 OCT 00.

1.5.3.2 Último "recurrent" en simulador tipo B-727 "C" en Alteon, Miami (USA)

en ABR 04, según certificado emitido por la empresa LAB Bolivian Airlines.

1.5.3.3 Su Aptitud Psicofisiológica estaba en vigencia hasta el 31 MAY 05, con limitaciones (uso de lentes).

1.5.3.4 Experiencia de vuelo expresada en horas:

Total de horas:	5.319:46
En los últimos 90 días:	119:24
En día del accidente:	2:45

## 1.6 Información sobre la aeronave

1.6.1 Es un avión marca BOEING, modelo 727-2K3-200, de construcción totalmente metálica, de ala baja y número de serie 21495, matrícula CP-1367. Estaba configurado para 152 plazas, el tren de aterrizaje es de tipo triciclo retráctil con ruedas, dos por cada conjunto. Fabricado en USA el 25 OCT 78.

1.6.2 Las inspecciones son del tipo progresivo; posee 48.027 Ciclos y 68.535 hs de TG. La Última Inspección Mayor fue realizada a las 67.976 hs de TG, el 26 JUL 04 por LLOYD AEREO BOLIVIANO SAM.

1.6.3 Posee Certificado de Aeronavegabilidad continuada, con clasificación Standard, Categoría Transporte otorgado por la Dirección de Aeronáutica Civil de la República de Bolivia el 18 JUL 01.

1.6.4 Fue inscrita a nombre de su propietario el 07 FEB 96 y no se retiró el Certificado de Aeronavegabilidad luego del incidente. La aeronave fue liberada el 07 OCT 04 a su representante.

1.6.5 Está equipada con tres motores a reacción marca PRATT & WHITNEY montados en el empenaje.

1.6.5.1 Motor N° 1: Modelo JT8D-17R con 16.400 lb. de empuje; serie N° 707.116, con mantenimiento de tipo progresivo, posee 33.436 ciclos, TG 47.196 hs, y está habilitado por condición ("On Condition").

1.6.5.2 Motor N° 2: Modelo JT8D-17A con 16.000 lb. de empuje; serie N° 702.704, con mantenimiento de tipo progresivo, posee 23.629 ciclos, TG 37.327 hs, y está habilitado por condición ("On Condition").

1.6.5.3 Motor N° 3: Modelo JT8D-17R con 16.400 lb. de empuje; serie N° 707.204, con mantenimiento de tipo progresivo, posee 38.811 ciclos, TG 29.848 hs, y está habilitado por condición ("On Condition").

1.6.6 Peso y balanceo al momento del incidente

Máximo de Despegue:	197.000 lb.
---------------------	-------------

Vacío:	106.797 lb.
--------	-------------

Combustible:	36.000 lb.
PAX y carga:	30.500 lb.
Total al DEP	173.297 lb.
Máximo de Aterrizaje:	154.500 lb.
Vacío:	106.797 lb.
Combustible (remanente aprox.):	11.200 lb.
PAX y carga:	30.500 lb.
Peso al ARR (aprox.):	148.497 lb.
Tipo de Combustible utilizado:	Jet A-1

1.6.7 El C.G. de la aeronave al momento del incidente, se hallaba dentro de la envolvente permitida en el Manual de Vuelo.

#### 1.6.8 Información sobre el tren de aterrizaje

1.6.8.1 El pistón con forma de "T" invertida del tren principal, constituye el elemento que soporta el peso y las fuerzas dinámicas durante los despegues y aterrizajes.

1.6.8.2 En los extremos del eje van instalados los conjuntos de freno y las ruedas. Estas van insertas y asentadas no directamente sobre el extremo del eje, sino sobre las camisas que se le colocan a éstos con el fin de evitar desgastes y daños durante el cambio de ruedas o cualquier otra operación normal.

1.6.8.3 En las ruedas se clavan las pistas externas de los rodamientos interior y exterior, mientras que las pistas internas de dichos rodamientos, van montadas a las camisas dispuestas sobre las puntas del eje del conjunto del tren de aterrizaje.

#### 1.6.9 Mantenimiento

1.6.9.1 La información recibida por parte de la empresa operadora indica que:

- 1) La fecha de instalación de la rueda / masa a la aeronave fue el 08 SET 04; 29 días antes de lo acontecido.
- 2) La fecha del servicio / mantenimiento de los rodamientos fue el 01SET 04; 36 días antes de lo acontecido.
- 3) La cantidad de aterrizajes desde la fecha de montaje de la rueda / masa en esta aeronave fue de 132.
- 4) La grasa utilizada en esa oportunidad fue Aeroshell Grease 22.

#### 1.7 Información meteorológica

Informe del Servicio Meteorológico Nacional, con datos extraídos de los registros horarios de la estación meteorológica del aeropuerto Ezeiza y con el análisis de los mapas sinópticos de superficie de 15:00 y 18:00 UTC: Viento 050º/15 kt; visibilidad 15 km; fenómenos significativos ninguno; nubosidad 3/8 Cirrus 6.000 m;

temperatura 19.4° C; temperatura punto de rocío 8.8° C; presión 1.022.8 hPa y humedad relativa 50 %.

#### 1.8 Ayudas a la navegación

No aplicable.

#### 1.9 Comunicaciones

No aplicable.

#### 1.10 Información sobre el lugar del incidente

1.10.1 El incidente ocurrió en el Aeródromo Ezeiza / Ministro Pistarini. Posee dos pistas de concreto asfáltico, una con orientación 11 / 29 de 3.300 por 60 m y otra con orientación 17 / 35 de 3.105 por 45 m. La elevación del terreno es de 20 m y sus coordenadas 34° 49' 20" S - 058° 32' 09" W; el aeropuerto está ubicado a 22 km al SSW de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

1.10.2 La calle de rodaje "H" es de asfalto y 26 m de ancho.

#### 1.11 Registradores de vuelo

No aplicable.

#### 1.12 Información sobre los restos de la aeronave y el impacto

No hubo impacto, sino un aterrizaje normal.

#### 1.13 Información médica y patológica

No se conocen antecedentes médico / patológicos que pudiesen haber influido sobre el piloto o la tripulación.

#### 1.14 Incendio

No hubo.

#### 1.15 Supervivencia

No aplicable.

#### 1.16 Ensayos e investigaciones

##### 1.16.1 Relevamiento en el terreno:

1.16.1.1 En las proximidades del extremo de pista 11, sobre la calle de rodaje, a unos 500 m de donde se detuvo el avión, se encontró el interconector de la rueda al transmisor de giro de la rueda (sistema anti-bloqueo).

1.16.1.2 No se pudo desarmar la rueda interna por flexión del eje de la misma y los daños del rodamiento. Para el traslado del avión a talleres, se desinfló la rueda interna.

1.16.2 Relevamiento en talleres:

1.16.2.1 En el desarmado, se constató la rotura del eje interno de la "T" ("Cylinder") PN° 65-57902-21 donde va montada la rueda, la camisa ("Sleeve") PN° 65-41118-2 y el rodamiento externo de la rueda / masa PN° M224749, sin que la aeronave sufriera otros daños.

1.16.2.2 El elemento fracturado y sus partes componentes, fueron remitidos al Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas de las Fuerzas Armadas (CITEFA) para establecer las causas de la rotura.

1.16.2.3 La bibliografía especializada sobre el tema, muestra que en los rodamientos se producen fenómenos de picado mecánico "pitting", debido a las cargas que ejercen los rodillos o bolillas sobre las pistas y viceversa.

1.16.2.4 Estas cargas localizadas en superficies muy pequeñas generan tensiones elevadas que originan micro fisuras sub-superficiales, del orden de las centésimas y luego décimas de milímetros, primero horizontales y luego verticales.

1.16.2.5 Cuando el tramado de estas fisuras se une, se desprenden partículas de metal que modifican radicalmente la distribución de esfuerzos, que ya dejan de ser las de diseño. Las partículas desprendidas se aplastan, traban la rodadura de los rodillos y producen deslizamiento con o sin rodadura deteriorando aun más las superficies y generando calor por transformación de la energía mecánica en rozamiento.

1.16.2.6 Todo el proceso se ve favorecido si hay una lubricación deficiente, por la falta de grasa o porque la misma está alterada por la presencia de polvo del ambiente y partículas del sistema de frenos, como es el caso del trabajo en análisis.

1.16.2.7 Es de hacer notar que en el rodamiento encontrado entero, la arandela guardapolvo construida en acero y goma sintética, está muy gastada, incluso le faltan partes que dejan pasar polvo hacia la grasa y los rodillos; en general el estado de los elementos es de avanzado desgaste, dejando entrever que el mantenimiento ha sido deficiente.

1.16.2.8 Los estudios hechos sobre el rodamiento entero, permitieron reconstruir los pasos que llevaron a la rotura del rodamiento externo.

1.16.2.9 Prosiguiendo con los detalles de la manera como se llegó a la rotura de los elementos en análisis diremos que: producido el picado mecánico, los rodillos y las pistas, trabajaron deslizando en lugar de rodar, elevaron la temperatura del rodamiento, hasta que uno o varios rodillos se "clavaron", haciendo que la pista interna del rodamiento externo deslice sobre la camisa o "sleeve" de aluminio, donde estaba sujeta por ajuste mecánico, cortó los pernos de unión y continuaron

desgastando el eje de acero. Es en esta etapa que la pista sufrió el mayor recalentamiento y la fisura de la misma en forma microscópica, cosa que coincidiría con la decisión del piloto de parar la aeronave debido a la inusual potencia que requería para desplazarse en tierra.

1.16.2.10 Dada la importancia que tuvo en el suceso el rodamiento destruido, se procedió a realizar análisis micrográficos a los rodillos del rodamiento que quedó entero, dando como resultado que éstos tienen un tratamiento superficial de temple y revenido que provee a la superficie una estructura de martensita revenida de dureza Rockwell cono = HRc 63, apropiada para el elemento, mientras que su interior es más blando para conferirle tenacidad, dureza HRc 56-53. Otro aspecto que verifica la calidad de los rodamientos es el estado de los rodillos y la pista interna del rodamiento que se recalentaron, deformaron y gastaron pero no se partieron.

1.16.2.11 En la pista interna llegó a tener una macro fisura pero resistió y se mantuvo en una sola pieza. Por lo tanto se hace notar que los materiales de los rodamientos y componentes del sistema analizados, son apropiados y han sido construidos con buenas prácticas, dado que presentan un nivel inclusionario dentro de estándares, como así también los tratamientos térmicos.

1.16.2.12 Con respecto a la grasa, su aspecto presentaba un color oscuro, que podría haber sido por agregado de algún aditivo, como por ejemplo disulfuro de molibdeno o similar; además al tacto se mostraba sin capacidad de lubricación. En el rodamiento destruido era una masa seca mezclada con restos de viruta metálica de acero y aluminio, mientras que en el rodamiento entero la grasa presentaba aspecto grumoso. Otro detalle que llamaba la atención fue la escasa cantidad, tanto es así que fue difícil conseguir muestra suficiente para los análisis.

1.16.2.13 La muestra de grasa del rodamiento fue analizada y comparada con grasa Aero Grease 22 que es la especificada para la lubricación de dichos rodamientos. Mediante técnicas de química analítica, como la Espectrometría Infrarroja por Transformada de Fourier - FTIR, se obtuvieron los espectros de los componentes básicos, donde se destaca el compuesto Di-2 Ethylhexyl Sebacate, conocido como Sebacato de Dioxilo, que es un ácido sebácico, y además la presencia de Bentone 38 (conocida como Bentonita en nuestro medio) que es un componente de arcillas y tierras. La grasa entregada para su comparación, -Aero Grease 22- presentó un espectro de FTIR que se ajusta perfectamente al compuesto. Dando como resultado que la comparación de la grasa que tenía el rodamiento y la grasa de muestra son completamente distintas.

1.16.2.14 Por otra parte los residuos sólidos de la muestra de la grasa del rodamiento se analizaron por Espectrometría de Emisión Óptica por Plasma Inductivamente Acoplada - ICP-OES, y técnicas convencionales obteniéndose un 22 % de Aluminio, más otra fracción de entre un 2 a 4 % de mezcla de Cobre, Hierro y Magnesio. Estos restos provienen de la destrucción del rodamiento, la camisa y la punta del eje.



### 1.17 Información orgánica y de dirección

El CP 1367 es de propiedad privada y se lo emplea para vuelos comerciales regulares de línea aérea.

### 1.18 Información Adicional

No se agrega.

### 1.19 Técnicas útiles y eficaces

Como técnicas eficaces para determinar las causas de la falla de los elementos involucrados, se efectuaron los siguientes trabajos y verificaciones:

- a) Inspección ocular.
- b) Inspección microscópica con lupa estereoscópica.
- c) Análisis químicos de elementos mecánicos.
- d) Análisis químicos de la grasa lubricante.
- e) Análisis comparativo de la grasa del avión con grasa sin uso.
- f) Análisis metalográfico.
- g) Fractografía de las superficies de rotura y elementos dañados.

## 2 ANÁLISIS

### 2.1 Aspecto técnico

2.1.1 Al disponer del rodamiento interno de la misma rueda para comparar, se encontraron fuertes signos de deterioro; ambos elementos estaban sufriendo un proceso de desgaste que fue más rápido en el externo que en el interno.

2.1.2 Se encontró escasa lubricación en los rodamientos de la rueda / masa involucrada en el hecho.

2.1.3 La cantidad de aterrizajes y el tiempo transcurrido desde el último mantenimiento a la masa / rueda, informado por la empresa, no es concordante con el deterioro observado en el material al momento de desarmado del conjunto.

### 2.2 Aspecto operativo

2.2.1 Se analizó la documentación personal de los tripulantes, (tiempos de vuelo, "recurrents", etc.) y de la aeronave, no encontrándose novedades.

2.2.2 El incidente no está relacionado con aspectos operativos.

### 3 CONCLUSIONES

#### 3.1 Hechos definidos

3.1.1 Los tripulantes y la aeronave tenían su documentación según lo exigen las normas para la actividad que estaban desarrollando.

3.1.2 No se presentaron indicios de falla de materiales en el extremo del eje de la rueda, pistón, ni en la camisa de aluminio (sleeve).

3.1.3 El componente mecánico que inició la rotura tanto de la camisa (sleeve) como la punta del eje, fue el rodamiento externo de la rueda que se engranó.

3.1.4 La grasa encontrada en el rodamiento interno, era escasa, seca, con residuos sólidos compuestos por restos metálicos y polvo.

3.1.5 Al efectuar una comparación de la grasa encontrada en el rodamiento, con una muestra de la grasa Aero Grease 22 sin uso, indica que se utilizó un lubricante diferente.

3.1.6 La deficiente lubricación ocasionó el bloqueo del rodamiento externo de la rueda y que ésta gire frenada, produciendo la rotura del rodamiento, de la camisa y del eje interno del tren principal derecho.

3.1.7 Es llamativo el hecho que con 132 aterrizajes y 36 días desde el mantenimiento a la masa / rueda, con trabajos que involucraron el control y engrase de rodamientos, se haya encontrado tanto deterioro en el conjunto.

#### 3.2 Causa

En un vuelo de transporte aéreo internacional regular, durante la fase de rodaje luego de un aterrizaje normal, rotura de la camisa y eje interno del tren principal derecho debido a una deficiente lubricación del rodamiento externo de la masa / rueda.

Factor contribuyente:

Inadecuado mantenimiento y supervisión por parte del taller.

### 4 RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD

A la DGAC de la República de Bolivia (Oficina de Investigación de Accidentes / Incidentes)

Considerar la posibilidad de recomendar al Operador / Propietario de la aeronave que al efectuar mantenimiento preventivo, en este caso cambio de rueda / masa, el mismo debe realizarse como lo indica el manual de mantenimiento de la aeronave. El mismo establece que cada vez que se realiza esta tarea debe

efectuarse no solo la limpieza y control de los rodamientos, sino también el engrase de los mismos.

BUENOS AIRES, de julio de 2005.

Investigador Técnico

Investigador Operativo

Director de Investigaciones

