



INFORME DE SEGURIDAD OPERACIONAL

Expediente: EX-2020-10712561- -APN-DNIA#JIAAC

Suceso: Incidente

Título: Fallo o mal funcionamiento de sistema/componente, Embraer E190AR, LV-CHQ, aeropuerto internacional Rosario Islas Malvinas, provincia de Santa Fe

Fecha y hora del suceso: 17 de febrero de 2020 a las 02:10 horas (UTC)

Dirección Nacional de Investigación de Sucesos Aeronáuticos



Junta de Seguridad en el Transporte

Florida 361

Argentina, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, C1005AAG

0800-333-0689

www.argentina.gob.ar/jst

info@jst.gob.ar

Publicado por la JST. En caso de utilizar este material de forma total o parcial se sugiere citar según el siguiente formato: Aviación. Incidente. LV-CHQ. Aeropuerto Internacional Rosario Islas Malvinas, Rosario, Santa Fe. Fuente: Junta de Seguridad en el Transporte, 2023

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



ÍNDICE

LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS	7
SINOPSIS.....	8
1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS.....	9
1.1 Reseña del vuelo	9
1.2 Lesiones a personas	9
1.3 Daños en la aeronave.....	9
1.4 Otros daños	10
1.5 Información sobre el personal	10
1.6 Información sobre la aeronave.....	10
1.7 Información meteorológica.....	11
1.8 Ayudas a la navegación.....	11
1.9 Comunicaciones.....	11
1.10 Información sobre el lugar del suceso	12
1.11 Registradores de vuelo.....	12
1.12 Información sobre los restos de la aeronave y el impacto.....	12
1.13 Información médica y patológica.....	12
1.14 Incendio	12
1.15 Supervivencia	12
1.16 Ensayos e investigaciones	13
1.17 Información orgánica y de dirección	16
1.18 Información adicional	17



1.19	Técnicas de investigaciones útiles o eficaces	18
2.	ANÁLISIS	19
2.1	Introducción	19
2.2	Aspectos técnicos-operativos.....	19
2.3	Aspectos institucionales	22
3.	CONCLUSIONES	24
3.1	Conclusiones referidas a factores relacionados con el incidente.....	24
3.2	Conclusiones referidas a otros factores de riesgo de seguridad operacional identificados por la investigación.....	24
4.	RECOMENDACIÓN SOBRE SEGURIDAD OPERACIONAL	25



SOBRE LA JST

La misión de la Junta de Seguridad en el Transporte (JST) es mejorar la seguridad a través de la investigación de accidentes e incidentes y la emisión de recomendaciones de acciones eficaces. Mediante la investigación sistémica de los factores desencadenantes se evita la ocurrencia de accidentes e incidentes de transporte en el futuro. 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.

De conformidad con la [Ley N.º 27.514](#) de seguridad en el transporte, la investigación de todo suceso tiene un carácter estrictamente técnico y las conclusiones no deben generar presunción de culpa ni responsabilidad administrativa, civil o penal.

Según el artículo 26 de la [Ley N.º 27.514](#), la JST puede realizar estudios específicos, investigaciones y reportes especiales acerca de la seguridad en el transporte.

Esta investigación ha sido efectuada con el único objetivo de prevenir accidentes e incidentes, según lo estipula la ley de creación de la JST.

Los resultados de este Informe de Seguridad Operacional no condicionan ni prejuzgan investigaciones paralelas de índole administrativa o judicial que pudieran ser iniciadas por otros organismos u organizaciones con relación al presente suceso.



SOBRE EL MODELO SISTÉMICO DE INVESTIGACIÓN

La JST ha adoptado el modelo sistémico para el análisis de los accidentes e incidentes de transporte modales, multimodales y de infraestructura conexas.

El modelo ha sido ampliamente adoptado, como así también validado y difundido 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 o las fallas técnicas del equipamiento constituyen los factores desencadenantes e inmediatos del evento. Estos constituyen el punto de partida de la investigación y son analizados con referencia a las defensas del sistema de transporte junto a otros factores, que en muchos casos se encuentran alejados en tiempo y espacio del momento preciso de desencadenamiento del evento.
- Las defensas del sistema de transporte procuran detectar, contener y ayudar a recuperar las consecuencias de las acciones u omisiones del personal operativo de primera línea o las fallas técnicas del equipamiento. Las defensas se agrupan bajo tres entidades genéricas: tecnología, normativa (incluyendo procedimientos) y entrenamiento.
- Los factores que permiten comprender el desempeño del personal operativo de primera línea o la ocurrencia de fallas técnicas, así como 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.

En consecuencia, la investigación basada en el modelo sistémico tiene el objetivo de identificar los factores relacionados con el accidente, así como otros factores de riesgo de seguridad operacional que, aunque no guarden una relación de causalidad con el suceso investigado, tienen potencial desencadenante bajo otras circunstancias operativas. De esta manera, la investigación sistémica buscará mitigar riesgos y prevenir accidentes e incidentes a partir de Recomendaciones de Seguridad Operacional (RSO) que promuevan acciones viables, prácticas y efectivas.



LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS¹

AIP: Publicación de información aeronáutica

AMM: *Aircraft maintenance manual*

ANAC: Administración Nacional de Aviación Civil

ATC: Control del tránsito aéreo

CESA: Certificado de explotación de servicios aéreos

EANA: Empresa Argentina de Navegación Aérea

JST: Junta de Seguridad en el Transporte

NTSB: *National Transportation Safety Board*

OACI: Organización de Aviación Civil Internacional

PSA: Policía de Seguridad Aeroportuaria

psi: Libras por pulgada cuadrada

RAAC: Regulaciones Argentinas de Aviación Civil

RTV: Registro técnico de vuelo

UTC: Tiempo universal coordinado

¹ Con el propósito de facilitar la lectura del presente informe, se aclaran por única vez las siglas y abreviaturas utilizadas.



SINOPSIS

Este informe detalla los hechos y circunstancias en torno al incidente experimentado por la aeronave LV-CHQ, un Embraer ERJ190-100 IGW, en el Aeropuerto Internacional Rosario Islas Malvinas² (Rosario, provincia de Santa Fe) el 17 de febrero de 2020 a las 02:10 horas,³ durante un vuelo de aviación comercial regular.

El informe presenta cuestiones de seguridad operacional relacionadas con las tareas de mantenimiento de la aeronave y la respuesta del sistema aeroportuario ante una emergencia.



Figura 1. El LV-CHQ estacionado con una rueda faltante. Fuente: investigación JST

² A partir de aquí lo llamaremos aeropuerto Rosario.

³ 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 17 de febrero de 2020, la aeronave con matrícula LV-CHQ, un Embraer ERJ190-100 IGW, aterrizó en el Aeropuerto Internacional Rosario Islas Malvinas (Rosario, provincia de Santa Fe) a las 02:10 horas, proveniente del Aeropuerto Internacional de Ezeiza (Ezeiza, provincia de Buenos Aires), cumpliendo el vuelo AR2762.

Tras un aterrizaje sin inconvenientes, la aeronave abandonó la pista 02 por la calle de rodaje Bravo. Sin embargo, cuando ingresó a la plataforma comercial para estacionarse en la posición asignada, el personal de tierra observó que le faltaba la rueda izquierda del tren de aterrizaje de nariz.

1.2 Lesiones a personas

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Otros	Total
Mortales	0	0	0	0
Graves	0	0	0	0
Leves	0	0	0	0
Ninguna	5	97	0	102

Tabla 1

1.3 Daños en la aeronave

1.3.1 Célula

Rotura del eje del tren de aterrizaje de nariz y desprendimiento de la rueda izquierda.



Figura 2. Extremo del eje y rueda en la condición encontrada. investigación JST

1.3.2 Motor

Sin daños.

1.4 Otros daños

No hubo.

1.5 Información sobre el personal

No relevante.

1.6 Información sobre la aeronave

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

Aeronave	
Marca	Embraer
Modelo	ERJ190-100 IGW
Categoría	Avión
Fabricante	Embraer
Año de fabricación	2010
Número de serie	19000397
Peso máximo de despegue	51.800,0 kg
Peso máximo de aterrizaje	44.000,0 kg



Peso vacío		29.666,0 kg
Fecha del último peso y balanceo		No aplica
Certificado de matrícula	Propietario	Aerolíneas Argentinas
	Fecha de expedición	01/07/2016
Certificado de aeronavegabilidad	Clasificación	Normal
	Categoría	Transporte
	Fecha de emisión	14/12/2010
	Fecha de vencimiento	Sin vencimiento

Tabla 2

En el lugar donde se realizó el último reemplazo de la rueda de nariz izquierda en el LV-CHQ fue el aeropuerto de la ciudad de Mendoza donde había una escala permanente habilitada. Allí, el operador disponía de capacidad para realizar inspecciones de tránsito a las aeronaves de la flota de Embraer E-190, y además podía realizar acciones correctivas para solucionar problemas técnicos que pudieran surgir en la realización de esas tareas.

El mantenimiento preventivo y correctivo de las ruedas de tren de aterrizaje de las aeronaves E-190 era realizado por el propio operador de la aeronave en un taller de mantenimiento habilitado y con alcances hasta nivel 4 (recorrida general). La rueda instalada en el tren de aterrizaje de nariz del LV-CHQ había sido liberada por reemplazo de caucho el 13 de noviembre de 2019.

El desprendimiento de la rueda se produjo en el ciclo número 95 de la parte desde su instalación.

1.7 Información meteorológica

No relevante.

1.8 Ayudas a la navegación

No aplica.

1.9 Comunicaciones

No relevante.



1.10 Información sobre el lugar del suceso

Lugar del suceso	
Ubicación	Aeropuerto Internacional Rosario
Coordenadas	32°54'19" S; 60°47'06" W
Superficie	Concreto
Dimensiones	3.000 x 45 metros
Orientación magnética	02 - 20
Elevación	90 pies
Normas generales	Según AIP Vol. I, II y III de la República Argentina

Tabla 3

1.11 Registradores de vuelo

No relevante.

1.12 Información sobre los restos de la aeronave y el impacto

El suceso ocurrió durante el aterrizaje en la pista 02 del aeropuerto Rosario donde se desprendieron partes de la aeronave (rueda, sellos y cojinete exterior de la maza de rueda) que fueron encontradas sobre la pista y al costado de ésta.

1.13 Información médica y patológica

No aplica.

1.14 Incendio

No hubo.

1.15 Supervivencia

No aplica.



1.16 Ensayos e investigaciones

Se procedió a realizar la medición de las presiones de las dos ruedas del tren de aterrizaje de nariz, la que permanecía en la aeronave y la desprendida, El resultado de la medición fue una presión de 135 psi.

En coordinación con el operador de la aeronave, las ruedas con sus cojinetes fueron enviados a Meggitt para su estudio y análisis, con el objeto de determinar los factores que actuaron como precursores en el desprendimiento de la rueda izquierda del tren de aterrizaje de nariz.

A pedido de la JST, el proceso de investigación llevado a cabo por el fabricante de la maza de rueda fue supervisado por un representante acreditado (RA) de la *National Transportation Safety Board* (NTSB) de los Estados Unidos de América. Se adjuntan a continuación extractos del informe con conclusiones y recomendaciones.

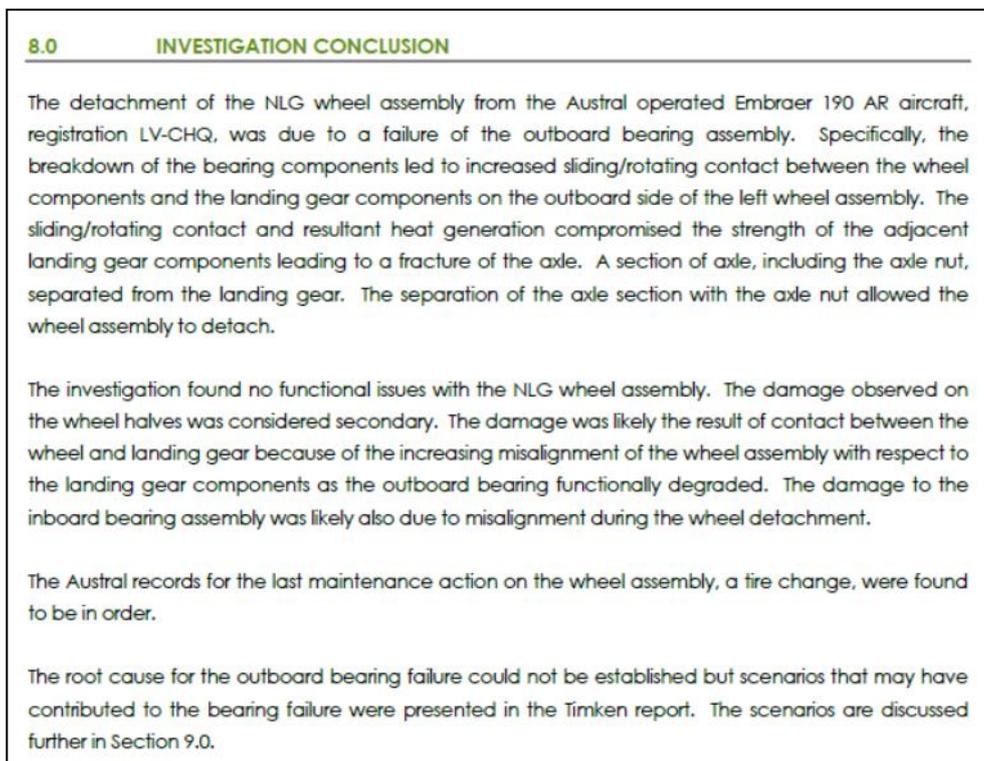


Figura 3. Conclusiones del informe elaborado por el fabricante. Fuente: Meggitt

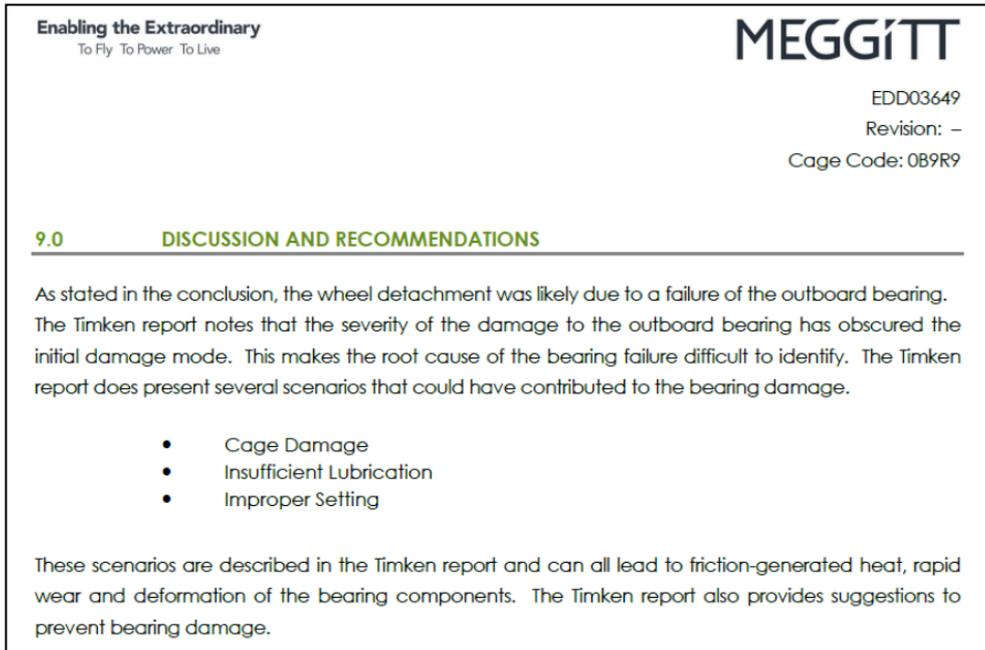


Figura 4. Recomendaciones del informe elaborado por el fabricante. Fuente: Meggitt

La rueda del tren de aterrizaje de nariz desprendida fue instalada en la aeronave el 2 de febrero de 2020 en el Aeropuerto Internacional El Plumerillo (Mendoza, provincia de Mendoza) en reemplazo de la que la equipaba por desgaste (tela a la vista). El reemplazo fue asentado en el registro técnico de vuelo (RTV) N°04538804 del operador.

Los datos técnicos necesarios para llevar a cabo el reemplazo se encuentran descritos en el *Aircraft Maintenance Manual* (Manual de mantenimiento de la aeronave - AMM).

En particular, se hace referencia al procedimiento AMM 32-49-01-000-801-A para la remoción y al AMM 32-49-01-400-801-A para la instalación. Este último también proporciona información detallada sobre los requisitos de herramientas especiales necesarias para llevar a cabo el procedimiento. Entre estas se incluyen dos torquímetros comúnmente llamados de quiebre (*click type*) de 17-113N.m y de 40.6- 203 N.m, respectivamente.

D. Tools and Equipment	
REFERENCE	DESIGNATION
ITEM GSE 126	NLG AXLE HEAD PROTECTOR
Commercially available	2.5 in. Socket
Commercially available	Click-Type, Wrench - Torque 17 - 113 N.m (150 - 1000 lb.in)
Commercially available	Click-Type, Wrench - Torque 40.6 - 203 N.m (360 - 1800 lb.in)

Figura 5. Equipamiento y herramientas requeridas por el AMM. Fuente: investigación JST

La investigación determinó que el reemplazo fue realizado con un torquímetro número de parte TE602A y número de serie 15171, de tipo aguja.

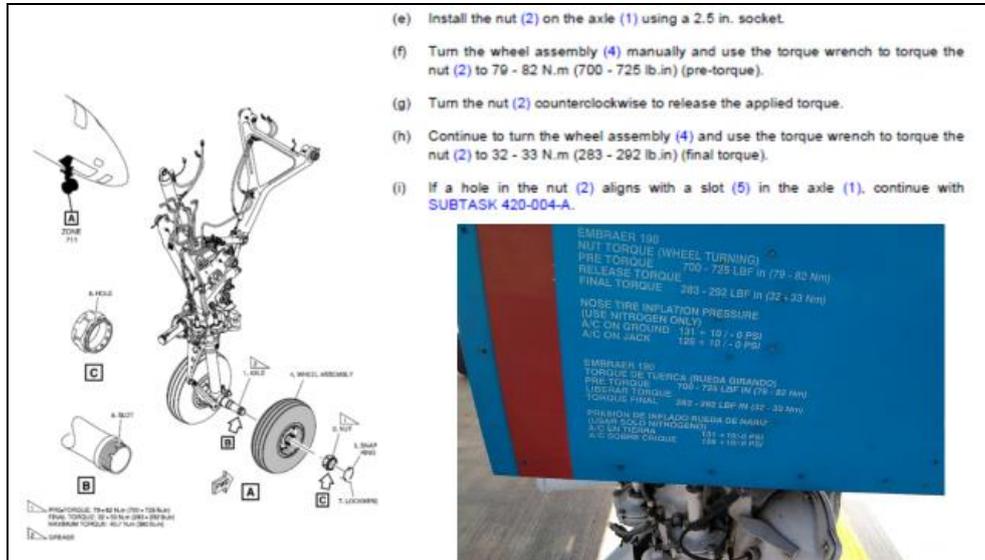


Figura 6. Instrucciones con valores de torque para la rueda del tren de aterrizaje de nariz. Fuente: investigación JST

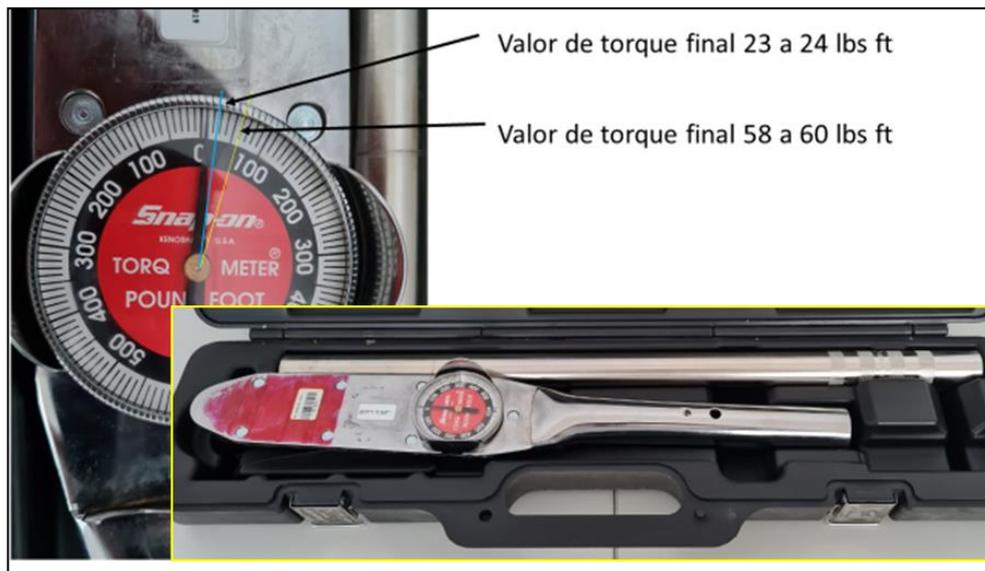


Figura 7. Torquímetro utilizado con marcas en el dial de los valores correspondientes al pre torque y torque final. Fuente: investigación JST

El torquímetro utilizado fue controlado por el departamento de metrología del operador y los resultados mostraron que se encontraba en condiciones aptas para la utilización.



La flota de aeronaves Embraer E-JET, que incluye los modelos de Embraer 170 y 190, ha experimentado en su vida de utilización eventos caracterizados por fallas en los rodamientos de las ruedas del tren de aterrizaje principal del tren de aterrizaje de nariz. Estos casos, que fueron reportados a Embraer como dificultades en servicio, llevaron a la creación de un documento denominado *Follow-Up Item* (ítem de seguimiento) F190-32-009. Este documento aborda diez reportes relacionados con el tipo de falla mencionado.

En el documento se indica que el análisis de siete eventos relacionados con rodamientos dañados, los cuales fueron enviados al fabricante de la maza de rueda, reveló que en seis de ellos el desencadenante fue una falla en el torque aplicado, mientras que en un solo caso se determinó que había una falta de lubricación adecuada. En los otros tres casos, las ruedas no fueron enviadas al fabricante para su análisis, por lo que no se pudo determinar el desencadenante en esos eventos.

Para evitar este tipo de eventos, Embraer resolvió recomendar a los operadores el seguimiento estricto de las instrucciones técnicas expresadas en el AMM al llevar a cabo las tareas de remoción e instalación de las ruedas.

1.17 Información orgánica y de dirección

El LV-CHQ era propiedad de Aerolíneas Argentinas (ex flota de Austral Líneas Aéreas), miembro de la alianza *Sky Team* y la base de operaciones se encontraba en el Aeroparque Jorge Newbery de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

La empresa tenía un certificado de explotador de servicios aéreos (CESA) otorgado por la Administración Nacional de Aviación Civil (ANAC), vigente al momento del suceso.

Al momento del suceso Aerolíneas Argentinas poseía un acuerdo de mantenimiento con otro explotador de aviación comercial regular, para la atención de vuelos y mantenimiento de escala por la que ambas empresas se prestaban servicios dentro de las atribuciones de los operadores bajo Regulaciones Argentinas de Aviación Civil (RAAC), parte 121.

Proveedor de servicios de aeródromo

El Aeropuerto Internacional Rosario Islas Malvinas pertenece al gobierno de la provincia de Santa Fe y constituye uno de los aeródromos del Sistema Nacional de Aeropuertos (SNA). El concesionario es el proveedor de servicios del aeródromo, asumiendo la responsabilidad de su



operación de acuerdo con las normas y métodos recomendados por la OACI y su trasposición a la normativa nacional y el material de guía y apoyo pertinente.

1.18 Información adicional

En el lugar donde se realizó el último reemplazo de la rueda de nariz izquierda en el LV-CHQ fue el aeropuerto de la ciudad de Mendoza donde había una escala permanente habilitada. Allí, el operador disponía de capacidad para realizar inspecciones de tránsito a las aeronaves de la flota de Embraer E-190, y además podía realizar acciones correctivas para solucionar problemas técnicos que pudieran surgir en la realización de esas tareas.

El mantenimiento preventivo y correctivo de las ruedas de tren de aterrizaje de las aeronaves E-190 era realizado por el propio operador de la aeronave en un taller de mantenimiento habilitado y con alcances hasta nivel 4 (recorrida general). La rueda instalada en el tren de aterrizaje de nariz del LV-CHQ había sido liberada por reemplazo de caucho el 13 de noviembre de 2019.

El desprendimiento de la rueda se produjo en el ciclo número 95 de la parte desde su instalación.

Respuesta del sistema aeroportuario

La JST se reunió con personal de seguridad operacional del explotador del aeropuerto y convocaron dos días después del suceso a una reunión especial del Comité de Seguridad Operacional del AIR para tratar los hallazgos en materia de seguridad operacional del abordaje del suceso investigado por parte de los diferentes actores del sistema: Empresa Argentina de Navegación Aérea (EANA), ANAC, Policía de Seguridad Aeroportuaria (PSA), empresa operadora de la aeronave y Concesionario.

En la reunión se pudieron identificar aspectos a mejorar en la respuesta del sistema, entre ellos:

- 1- Al momento de arribar al aeropuerto el investigador de la JST (a las 03:00) no había en la escala ninguna persona de la empresa operadora de la aeronave y la rueda no había sido encontrada en ninguno de los dos aeropuertos involucrados (de origen y de destino del vuelo) hasta 5 minutos antes (a las 02:55).
- 2- Las operaciones en el Aeropuerto continuaron de manera normal sin que se hayan encontrado y quitado de la pista y franja de seguridad las partes faltantes de la aeronave.



- 3- Las partes desprendidas de la aeronave fueron halladas sobre la pista y la franja de seguridad de pista en diferentes recorridas realizadas hasta el día siguiente al suceso
- 4- El Control del Tránsito Aéreo (ATC) fue informado de lo sucedido 20 minutos después de ocurrido el evento. De acuerdo con el plan de emergencia del aeropuerto, el flujo de la comunicación debería haber partido desde la oficina de plan de vuelo hacia las autoridades del aeropuerto. No obstante, una vez enterado el ATC se realizaron las comunicaciones correspondientes
- 5- La Policía de Seguridad Aeroportuaria no fue informada de la situación

Acciones de la compañía operadora

Durante el proceso de investigación se llevaron a cabo reuniones de progreso junto con el operador, donde se expusieron las desviaciones halladas. En función del ello, la compañía adoptó medidas de mitigación al respecto que fueron comunicadas a esta JST.

1.19 Técnicas de investigaciones útiles o eficaces

No aplica.



2. ANÁLISIS

2.1 Introducción

La investigación no identificó aspectos relacionados con la operación de la aeronave que pudieran haber contribuido al suceso. Por lo tanto, el análisis se focalizó en determinar los factores relacionados con el desprendimiento de la rueda izquierda del tren de aterrizaje de nariz. Para ello, se evaluó la última intervención de la rueda, su instalación, el análisis del origen de la rotura por parte del fabricante y los antecedentes de casos similares.

2.2 Aspectos técnicos-operativos

El reemplazo de una rueda en una aeronave de aviación de transporte que opera bajo las RAAC, parte 121, puede considerarse como la acción de mantenimiento correctivo más recurrente para una organización de mantenimiento. En este caso, la tarea se llevó a cabo en una escala.

La elegibilidad de una rueda para ser instalada en una aeronave requiere determinar fehacientemente la correspondencia entre la parte y lo establecido en los manuales de parte para el modelo y número de serie de la aeronave, más la condición técnica que debe corroborar la organización mediante su personal técnico idóneo.

Del análisis se desprende que el reemplazo de la cubierta el 2 de febrero de 2020 en la posición #1 (izquierda) del tren de aterrizaje de nariz del LV-CHQ fue realizado utilizando un torquímetro diferente al requerido por la documentación técnica de referencia para esa tarea.

El mantenimiento de una aeronave, tanto correctivo como preventivo, requiere no solo realizar las acciones necesarias, sino también el correcto registro documental. Tanto la documentación proporcionada por el operador de la aeronave como la información recabada en las entrevistas permitieron identificar la siguiente discrepancia respecto de las instrucciones: se utilizó una herramienta especial (torquímetro) de un tipo y escala diferente a la especificada en la instrucción técnica.

La instrucción técnica requería disponer de dos torquímetros de quiebre, necesarios para las tareas de pre-torque y torque final de la tuerca de rueda. No obstante, la tarea se realizó utilizando solo un torquímetro de aguja cuya escala estaba en libras pies.

La relación de escala entre un torquímetro en libras pies y uno en libras pulgadas es de 12,3. El torquímetro utilizado era de aguja y tenía su escala en libras pies, es decir, no era del tipo requerido por la instrucción técnica. Estas diferencias pueden constituir una interferencia de desempeño en las tareas habituales del personal técnico.

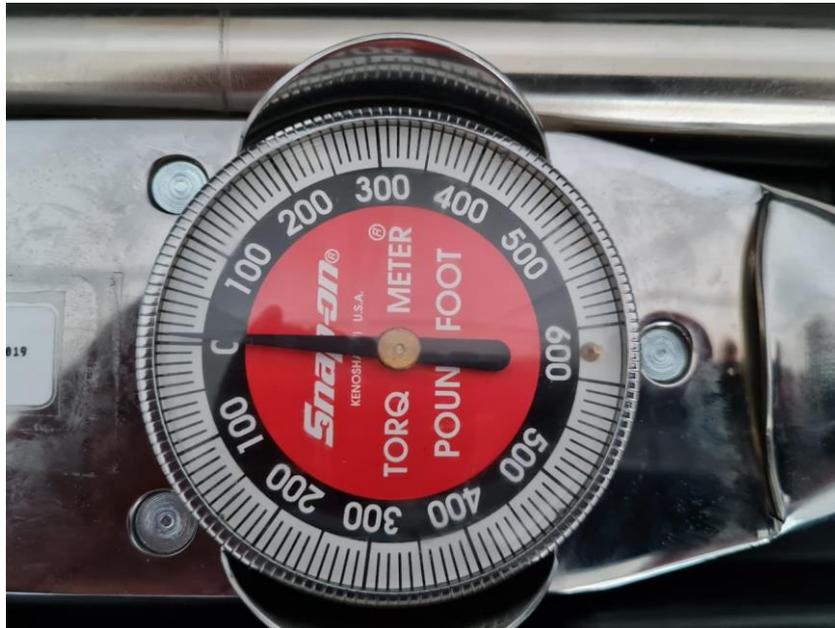


Figura 8. Dial del torquímetro utilizado. Fuente: investigación JST

Se analizaron las condiciones subyacentes que podrían haber contribuido en la materialización del error. En primer lugar, la indicación de la unidad en el torquímetro era "*pounds foot*", mientras que aquellos que realizaban las tareas técnicas estaban familiarizados con las unidades de medida y sus abreviaturas en los manuales (lb.ft o lb.in). En virtud de ello, la investigación entiende que la leyenda del dial pudo haber sido un factor que influyó en la tarea realizada.

Otro factor relacionado con el torquímetro utilizado fue que, en caso de haber sido identificada correctamente la unidad de medida de esta herramienta como libras por pie (lb.ft), la diferencia de unidades entre la indicada por ésta y la expresada en la instrucción técnica de Embraer, que era libras por pulgada (lb.in), requería una conversión de unidades. Esto también podría ser un factor con consecuencias sobre la tarea realizada.

El estudio realizado por el fabricante sobre la maza de rueda determinó que el desprendimiento se produjo por una falla del cojinete exterior. Las evidencias mostraron que la pista interna del cojinete rotó sobre el eje de rueda, generando calor por fricción que afectó la resistencia del conjunto, lo que a su vez provocó la separación de la tuerca de rueda con parte del eje y, finalmente, el desprendimiento completo de la rueda.



El fabricante no identificó problemas de funcionamiento en la rueda y determinó que los daños que presentaba fueron probablemente resultado del contacto entre la rueda y el tren de aterrizaje. Esto se produjo debido a la desalineación del conjunto de rueda con respecto a los componentes del tren de aterrizaje a medida que el rodamiento exterior se degradaba funcionalmente. De igual forma, los daños observados en el cojinete interior de la rueda pueden ser atribuidos a la desalineación durante el desprendimiento de la rueda.

Dentro del informe del fabricante de la rueda, se adjunta un informe del fabricante del cojinete donde se expresó que debido a la gravedad de los daños que presentaban las partes enviadas, se dificultaba la identificación del origen de la falla del rodamiento. Sin embargo, se describen tres posibles escenarios para la falla del componente:

- 1- Lubricación insuficiente
- 2- Daños en el case de los rodillos del cojinete (en lenguaje coloquial jaula o canasta)
- 3- Ajuste o torque inadecuado

Se realizaron ponderaciones de los escenarios posibles descriptos por el fabricante, considerando las evidencias que complementan las circunstancias en las que se produjo la falla del componente:

1. Lubricación insuficiente

El análisis de los restos de lubricante del cojinete interno mostró que correspondía con el previsto en la documentación técnica. Este dato permitió descartar una falla relacionada al tipo y grado del lubricante. Sin embargo, se examinó la posibilidad de una lubricación deficiente por cantidad y sus consecuencias.

Una lubricación insuficiente puede dar lugar al contacto físico entre las partes, como los rodillos y la banda de rodamiento, generando calor y desgaste. Los daños provocados por una lubricación inadecuada varían mucho tanto en apariencia como en consecuencias. Los daños por lubricación insuficiente se clasifican en niveles donde en los casos más severos la generación de calor puede producir un colapso del cojinete.

2. Deformación del case de los rodillos (jaula o canasta)

La manipulación incorrecta y el uso de herramientas inadecuadas durante la instalación pueden ocasionar daños en la jaula o canasta donde se alojan los rodillos. Estos



componentes, debido a los materiales utilizados en su construcción, pueden dañarse fácilmente, lo que resulta en un rendimiento prematuro de los cojinetes.

3. Sobre torque

Un sobre torque excesivo puede generar una considerable cantidad de calor y provocar daños similares en apariencia a los daños por lubricación inadecuada. A menudo, estas dos causas pueden confundirse. Un lubricante que es adecuado para un funcionamiento normal puede resultar inadecuado para un rodamiento sometido a una precarga muy alta, ya que puede no tener la resistencia de la película lubricante necesaria para soportar cargas elevadas. La ruptura de la película lubricante en situaciones de alta precarga puede ocasionar el mismo tipo de daño que una lubricación inadecuada. La vida del rodamiento que trabaja en una condición de sobre torque dependerá del valor del sobre torque y de la capacidad del rodamiento para soportar la carga.

Tras analizar los factores y las evidencias encontradas, se observa que aquellos que podrían haber actuado como origen de la falla presentan diferencias sustanciales en cuanto a su probabilidad. En este sentido, los factores relacionados con la ejecución de la tarea utilizando una herramienta especial que no se correspondía con la indicada en la instrucción técnica del fabricante adquieren una preponderancia significativa. Además, los antecedentes de casos documentados y analizados por Embraer en el FUP F190-32-009 proporcionan evidencia objetiva que refuerza la posibilidad de que este factor sea el más probable.

La investigación reveló que el operador de la aeronave implementó medidas correctivas posteriores al suceso, incluyendo la disponibilidad de las herramientas especiales adecuadas para la tarea, así como otras acciones destinadas a prevenir la recurrencia de eventos similares.

2.3 Aspectos institucionales

El suceso del LV-CHQ mostró características excepcionales que requerían su identificación y tratamiento como incidente aéreo tanto dentro del aeropuerto como por parte del operador de la aeronave. Además, destacaba la particularidad de que partes de la aeronave involucrada podrían haber quedado en la pista, mientras otras aeronaves continuaban operando en el aeropuerto.

La observación realizada por el fabricante de la maza de rueda, quien identificó la falta de algunas partes entre las enviadas para su análisis, reafirmó los aspectos relacionados con la respuesta del sistema aeroportuario en cuanto a la localización de partes desprendidas de la aeronave. Es importante destacar que, independientemente del tipo y tamaño de las partes, su identificación



oportuna habría permitido evaluar adecuadamente las posibles consecuencias en términos de seguridad de las operaciones aéreas.

Note: One bearing seal (IB), one grease retaining baffle (OB) and one retaining ring were not returned with the bearing components. In addition, a quantity of the OB tapered rollers were not returned. These items were likely lost at the wheel detachment incident.

Figura 9. Extracto del informe del fabricante de la maza de rueda donde se detallan las partes faltantes.

Fuente: informe de Meggitt

Esta situación requería la implementación de acciones especiales para abordar el caso y evaluar el nivel de seguridad que el aeropuerto podía ofrecer para las operaciones subsiguientes. Sin embargo, se identificaron deficiencias en ambos casos, las cuales fueron abordadas durante la reunión de emergencia del Comité de Seguridad Operacional del aeropuerto. Estas deficiencias fueron tratadas con el objetivo de mejorar los procedimientos y garantizar un nivel adecuado de seguridad para futuras operaciones.



3. CONCLUSIONES

3.1 Conclusiones referidas a factores relacionados con el incidente

- ✓ Durante la fase de aterrizaje la aeronave experimentó el desprendimiento de la rueda #1 del tren de aterrizaje de nariz.
- ✓ El calor generado por el rozamiento de la pista del cojinete habría ocasionado su colapso, y en consecuencia el desprendimiento de la rueda.
- ✓ La tuerca de la rueda que sujeta con el extremo del eje se desprendió y permitió que la rueda se salga del eje.
- ✓ La instrucción técnica de referencia establecía varios requisitos, incluyendo la necesidad de contar con dos torquímetros, sin embargo, la tarea se realizó utilizando solo uno y además de un tipo y rango diferentes a los requeridos.
- ✓ El estudio de la rueda y del cojinete colapsado por parte de sus respectivos fabricantes arrojó como resultado tres escenarios posibles de los cuales luego del análisis la investigación encontró como el más probable la aplicación de un sobretorque de la tuerca de rueda en el procedimiento de instalación.
- ✓ Los reportes de dificultades en servicio por fallas en ruedas de la flota mundial de E-JET arrojaron resultados que reafirman la probabilidad de la falla haya tenido origen en un torque inadecuado de la tuerca de rueda.

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

La investigación identificó factores, sin relación de causalidad con el incidente, pero con potencial impacto en la seguridad operacional:

- ✓ La comunicación a los organismos no respetó lo previsto en el plan de emergencia del aeropuerto.
- ✓ La dificultad para identificar y tipificar lo sucedido como un incidente de aviación en el aeropuerto hizo que no se siga el tratamiento previsto en el plan de emergencia.



4. RECOMENDACIÓN SOBRE SEGURIDAD OPERACIONAL

La evidencia obtenida por la investigación y su análisis no sugieren recomendaciones de seguridad operacional.