

---

INFORME DE SEGURIDAD OPERACIONAL

# JIAAC | INVESTIGACIÓN PARA LA SEGURIDAD AÉREA

---

Contacto anormal con la pista

Aerolíneas Argentinas S.A.

Boeing B-737-8HX, LV-FUA

Aeropuerto Internacional Teniente Luis Candelaria, Bariloche, Río Negro

13 de febrero de 2017

**58720/17**



Ministerio de Transporte  
Presidencia de la Nación

Junta de Investigación de Accidentes de Aviación Civil

Av. Belgrano 1370, piso 12º

Argentina, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, C1093AAO

(54+11) 4382-8890/91sop

[www.jiaac.gob.ar](http://www.jiaac.gob.ar)

[info@jiaac.gob.ar](mailto:info@jiaac.gob.ar)

Informe de Seguridad Operacional 58720/17

Publicado por la JIAAC. En caso de utilizar este material de forma total o parcial se sugiere citar según el siguiente formato *Fuente: Junta de Investigación de Accidentes de Aviación Civil.*

El presente informe se encuentra disponible en [www.jiaac.gob.ar](http://www.jiaac.gob.ar)

## ÍNDICE

<b>ADVERTENCIA.....</b>	<b>5</b>
<b>NOTA DE INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>6</b>
<b>LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS.....</b>	<b>8</b>
<b>SINOPSIS.....</b>	<b>10</b>
<b>1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS .....</b>	<b>11</b>
1.1 Reseña del vuelo .....	11
1.2 Lesiones al personal .....	12
1.3 Daños en la aeronave .....	12
1.4 Otros daños .....	13
1.5 Información sobre el personal.....	13
1.6 Información sobre la aeronave.....	15
1.7 Información meteorológica .....	17
1.8 Ayudas a la navegación .....	17
1.9 Comunicaciones.....	17
1.10 Información sobre el lugar del suceso .....	18
1.11 Registradores de vuelo .....	19
1.12 Información sobre los restos de la aeronave y el impacto .....	19
1.13 Información médica y patológica .....	19
1.14 Incendio .....	20
1.15 Supervivencia .....	20
1.16 Ensayos e investigaciones .....	20
1.17 Información orgánica y de dirección.....	26
1.18 Información adicional .....	27
1.19 Técnicas de investigaciones útiles o eficaces.....	32
<b>2. ANÁLISIS .....</b>	<b>33</b>
2.1 Introducción .....	33
2.2 Aspectos técnicos-operativos .....	33
2.3 Aspectos institucionales .....	45
<b>3. CONCLUSIONES .....</b>	<b>48</b>
3.1 Conclusiones referidas a factores relacionados con el incidente.....	48
3.2 Conclusiones referidas a otros factores de riesgo de seguridad operacional identificados por la investigación .....	50

<b>4.</b>	<b>RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD OPERACIONAL .....</b>	<b>51</b>
<b>4.1</b>	<b>A Aerolíneas Argentinas S.A. ....</b>	<b>51</b>
<b>4.2</b>	<b>A la Administración Nacional de Aviación Civil (ANAC) .....</b>	<b>53</b>
<b>5.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>54</b>

## ADVERTENCIA

La misión de la Junta de Investigación de Accidentes de Aviación Civil (JIAAC) 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 JIAAC, con relación a las circunstancias y condiciones en que se produjeron las causas del 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 Investigación de Accidentes de Aviación Civil (JIAAC) 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 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 son denominados desviaciones a la actuación y 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 desviaciones a la actuación. Las defensas se agrupan bajo tres entidades genéricas: tecnología, reglamentos (incluyendo procedimientos) y entrenamiento.
- ✓ Finalmente, los factores en muchos casos alejados en el tiempo y el espacio del momento preciso de desencadenamiento del evento son denominados factores sistémicos. Son los 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 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 organización a la que reporta el personal operativo y la infraestructura.

La investigación que se detalla en el siguiente informe se basa en el modelo sistémico y tiene el objetivo de identificar los factores desencadenantes, las condiciones latentes de las defensas y los factores sistémicos subyacentes al accidente, 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 ABREVIATURAS<sup>1</sup>

ACTG: Grupo Técnico de Clasificación de Accidentes

AIP Publicación de Información Aeronáutica

ANAC: Administración Nacional de Aviación Civil

ARC: Contacto Anormal con la Pista

ASDA: Distancia de Aceleración-Parada Disponible

CESA: Certificado de Explotación de Servicios Aéreos

CRM: Gestión de los Recursos de la Tripulación

CVR: Registrador de Voces de Cabina

FCOM: Manual de Operaciones de la Tripulación de Vuelo

FCTM: Manual de Entrenamiento de Tripulaciones

FDR: Registrador de Datos de Vuelo

FOQA: Programa de Aseguramiento de la Calidad de las Operaciones de Vuelo

IATA: Asociación Internacional de Transporte Aéreo

ILS: Sistema de Aterrizaje por Instrumentos

IMC: Condiciones Meteorológicas de Vuelo por Instrumentos

JIAAC: Junta de Investigación de Accidentes de Aviación Civil

LDA: Distancia de Aterrizaje Disponible

LOSA: Auditoría de la Seguridad de las Operaciones de Línea Aérea

LTM: Memoria de Largo Plazo

MIV: Manual de Instrucción de Vuelo

MOV: Manual de Operaciones de Vuelo

---

<sup>1</sup> Con el propósito de facilitar la lectura del presente informe se ha optado por aclarar de esta manera y por única vez que gran parte de las siglas y abreviaturas utilizadas son en inglés y, por lo tanto, en muchos casos las iniciales de los términos que las integran no se corresponden con los de sus denominaciones completas en español.

MTOW: Peso Máximo de Despegue

NOTAM: Aviso a los aviadores

OACI: Organización de Aviación Civil Internacional

PAPI: Indicador de Trayectoria de Aproximación de Precisión

PF: Piloto Volando

PM: Piloto Monitoreando

QRH: Manual de Referencia Rápida

RAAC: Regulaciones Argentinas de Aviación Civil

RPM: Revoluciones por Minuto

SOP: Procedimientos Operativos Estandarizados

SMS: Sistema de Gestión de la Seguridad Operacional

STM: Memoria de Corto Plazo

TDZE: Elevación de la Zona de Toma de Contacto

TEM: Gestión de Amenazas y Errores

TODA: Distancia de Despegue Disponible

TORA: Recorrido de Despegue Disponible

UAS: Condiciones no Deseadas de la Aeronave

UTC: Tiempo Universal Coordinado

VMC: Condiciones Meteorológicas de Vuelo Visual

## SINOPSIS

Este informe detalla los hechos y circunstancias en torno al incidente experimentado por la aeronave LV-FUA, un Boeing B737-8HX, en Bariloche (Río Negro), el 13 de febrero de 2017 a las 16:35<sup>2</sup> horas, durante un vuelo de aviación comercial regular.

El informe presenta cuestiones de seguridad operacional relacionadas con la gestión de la trayectoria de la aeronave durante la aproximación final y la toma de contacto con la pista, el desempeño operativo de la tripulación, los contenidos de la información operativa disponible a las tripulaciones, la captura de información sobre desempeño operativo de las tripulaciones de vuelo bajo condiciones no supervisadas y el status de la normativa sobre capacitación en Factores Humanos en Argentina.

El informe incluye cinco recomendaciones de seguridad operacional dirigidas al operador, y una recomendación de seguridad operacional dirigida a la Administración Nacional de Aviación Civil (ANAC).



Figura 1. La aeronave involucrada en el incidente

---

<sup>2</sup> 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 13 de febrero de 2017, luego de completar el vuelo AR1593 entre la ciudad de Córdoba y el Aeroparque de la ciudad de Buenos Aires, la tripulación inició el vuelo AR1672 con destino al Aeropuerto Internacional Teniente Luis Candelaria de San Carlos de Bariloche, provincia de Río Negro. La aeronave era un Boeing B737-8HX, matrícula LV-FUA, con 135 pasajeros y 6 tripulantes a bordo.

Para la etapa entre Aeroparque y Bariloche el comandante era el piloto a cargo de los comandos de vuelo o *Pilot Flying* (PF) y el primer oficial era el piloto a cargo del monitoreo o *Pilot Monitoring* (PM).

El vuelo transcurrió sin inconvenientes hasta el inicio de la aproximación final a la pista 29 de Bariloche, que el PF realizó en modo manual, con el piloto automático desconectado. La gestión de trayectoria de la aeronave tuvo desfasajes con respecto a los parámetros de trayectoria estabilizada establecidos por la empresa, y el intento de aterrizaje en la pista 29 resultó en un Contacto Anormal con la Pista (ARC) seguido por un rebote (*bounced landing*).

Como consecuencia del *bounced landing*, la aeronave se elevó y se produjo el despliegue automático de los *spoilers*, lo que llevó a un segundo contacto, brusco, con la pista (*hard landing*). Aunque la aeronave permaneció en la superficie de la pista luego del segundo toque, la tripulación inició una maniobra de escape (*go-around*). La nueva aproximación y el aterrizaje se completaron sin inconvenientes.

Al llegar a la posición para el descenso de los pasajeros, la tripulación solicitó una inspección de la aeronave al personal de mantenimiento de la escala, que observó daños en la parte inferior trasera de la misma. Por tal razón, el vuelo AR1673 de regreso a Buenos Aires, previsto en la misma aeronave, fue cancelado.

## 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	135	0	141

Tabla 1

## 1.3 Daños en la aeronave

### 1.3.1 Célula

Daños de importancia en la parte inferior del fuselaje, en el revestimiento estructural, y deformaciones en cuatro cuadernas.



Figura 2. Daños en la parte inferior del fuselaje

### 1.3.2 Motor

Sin daños.

## 1.4 Otros daños

No hubo.

## 1.5 Información sobre el personal

La documentación del comandante cumplía los requisitos en cuanto a su validez y certificación, conforme a la reglamentación vigente.

Comandante (PF)	
Sexo	Masculino
Edad	42 años
Nacionalidad	Argentina
Licencias	Transporte de línea aérea
Habilitaciones	Monomotores y multimotores terrestres hasta 5700 kg Vuelo nocturno Vuelo por instrumentos Remolcador de planeador CAT III B737 CAT III B738
Certificación médica aeronáutica	Clase 1 Válida hasta el 31/03/2017

Tabla 2

Su experiencia era la siguiente:

Horas de vuelo	General	En el tipo
Total general	4800 horas	2544 horas
Últimos 90 días	184 horas	184 horas
Últimos 30 días	71 horas	71 horas
En el día del suceso	4 horas	4 horas

Tabla 3

El comandante cumplía con las exigencias del programa de instrucción reconocida de la empresa, establecido en su Manual de Instrucción de Vuelo (MIV). El último entrenamiento periódico anual en el tipo de aeronave había sido el 7 de noviembre de 2016, durante el cual había practicado la maniobra de *go-around*. El control de

eficiencia anual en simulador había sido el 9 de noviembre de 2016, y la última inspección anual en ruta había sido el 4 de mayo de 2016.

El comandante cumplía con lo establecido por las Regulaciones Argentinas de Aviación Civil (RAAC), parte 121, en cuanto al entrenamiento en la Administración de los Recursos de Tripulación (CRM) y transporte de mercancías peligrosas. Había recibido entrenamiento en Factores Humanos y en el Sistema de Gestión de la Seguridad Operacional (SMS).

El repaso de la trayectoria profesional de comandante sugiere, hasta el momento del incidente, un desempeño estándar.

La documentación del primer oficial cumplía los requisitos en cuanto a su validez y certificación, conforme a la reglamentación vigente.

Primer Oficial (PM)	
Sexo	Masculino
Edad	37 años
Nacionalidad	Argentina
Licencias	Transporte de línea aérea
Habilitaciones	Monomotores y multimotores terrestres hasta 5700 kg Vuelo nocturno Vuelo por instrumentos CAT III copiloto B737 CAT III copiloto B738
Certificación médica aeronáutica	Clase 1 Válida hasta el 31/07/2017

Tabla 4

Su experiencia era la siguiente:

Horas de vuelo	General	En el tipo
Total general	3608 horas	1821 horas
Últimos 90 días	178 horas	178 horas
Últimos 30 días	77 horas	77 horas
En el día del suceso	4 horas	4 horas

Tabla 5

El primer oficial cumplía con las exigencias del programa de instrucción reconocida de la empresa, establecido en el MIV. El último entrenamiento periódico anual en el tipo de aeronave había sido el 14 de octubre de 2016, durante el cual había practicado la maniobra de *go-around*. El control de eficiencia en simulador había sido el 17 de octubre de 2016, y la última inspección anual en ruta había sido el 10 de noviembre de 2016.

El primer oficial cumplía con lo establecido por las RAAC, parte 121, en cuanto al entrenamiento en CRM y transporte de mercancías peligrosas. Además, había recibido entrenamiento en factores humanos y en SMS.

El repaso de la trayectoria profesional de primer oficial sugiere, hasta el momento del incidente, un desempeño estándar.

### 1.6 Información sobre la aeronave

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

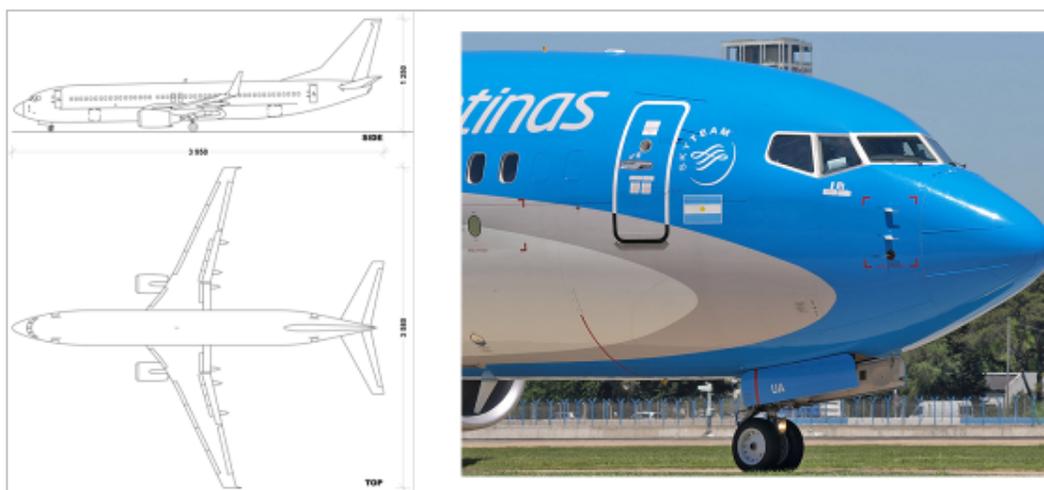


Figura 3. Perfil de la aeronave

Aeronave		
Marca	The Boeing Company	
Modelo	737-8HX	
Categoría	Ala fija	
Subcategoría	Avión	
Año de fabricación	2014	
Número de serie	40548	
Peso máximo de despegue	79.015 kg	
Peso máximo de aterrizaje	66.360 kg	
Peso vacío	40.968 kg	
Fecha del ultimo peso y balanceo	04/08/2016	
Horas totales	9074	
Horas desde la última recorrida general	1852	
Horas desde la última inspección	203	
Ciclos totales	4148	
Ciclos desde la última recorrida general	Sin datos	
Certificado de matrícula	Propietario	Aerolíneas Argentinas S.A.
	Fecha de expedición	07/01/2016
Certificado de aeronavegabilidad	Clasificación	Estándar
	Categoría	Transporte
	Fecha de emisión	23/07/2016
	Fecha de vencimiento	No aplica

Tabla 6

Motor N°1	
Marca	CFM International
Modelo	56-7B26E
Número de serie	658987
Horas totales	9075
Horas desde la última recorrida general	No aplica
Horas desde la última inspección	203
Ciclos totales	4148
Ciclos desde la última recorrida	No aplica
Habilitación	<i>On condition</i>

Tabla 7

Motor N°2	
Marca	CFM International
Modelo	56-7B26E
Número de serie	660130
Horas totales	9075
Horas desde la última recorrida general	No aplica
Horas desde la última inspección	203

Ciclos totales	4148
Ciclos desde la última recorrida	No aplica
Habilitación	<i>On condition</i>

Tabla 8

Peso y balanceo al momento del accidente	
Peso operativo	42.601 kg
Carga paga	12.423 kg
Peso del combustible	4.316 kg
Peso total	59.340 kg
Peso máximo permitido de aterrizaje	66.360 kg
Diferencia en menos	7020 kg

Tabla 9

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

### 1.7 Información meteorológica

No relevante.

### 1.8 Ayudas a la navegación

La aproximación visual se apoyó en el Sistema de Aterrizaje por Instrumentos (ILS) y el Indicador Visual de Trayectoria de Aproximación de Precisión (PAPI).

La información oficial publicada en los avisos a los aviadores (NOTAM) no indicaba restricciones en las radioayudas mencionadas.

### 1.9 Comunicaciones

No relevante.

### 1.10 Información sobre el lugar del suceso

Lugar del suceso	
Ubicación	Aeropuerto Internacional Teniente Luis Candelaria
Coordenadas	41°09'04"S; 071°09'28"W
Superficie	Asfalto con base de hormigón
Orientación magnética	11/29
Elevación	846 m

Tabla 10

Las distancias declaradas asociadas a la pista son las siguientes:

RWY	TORA (m)	TODA (m)	ASDA (m)	LDA (m)
11	2348	2598	2348	2348
29	2348	2598	2348	2348

Tabla 11



Figura 4. Aeropuerto de San Carlos de Bariloche

AD 2.14 LUCES DE APROXIMACION Y DE PISTA	
<b>Pista 11</b>	<b>Pista 29</b>
<b>Aproximación</b> No	<b>Aproximación:</b> Sistema de iluminación de precisión CAT 1, con luces de destellos (900 m).
<b>PAPI</b> Angulo de aproximación 3°.	<b>PAPI</b> Angulo de aproximación 3°.
<b>Umbral</b> Si	<b>Umbral</b> Si
<b>Zona de toma de contacto</b> No	<b>Zona de toma de contacto</b> No
<b>Eje de pista</b> No	<b>Eje de pista</b> No
<b>Borde de pista</b> Si	<b>Borde de pista</b> Si
<b>Extremo de pista</b> Si	<b>Extremo de pista</b> Si
<b>Zona de parada</b> No	<b>Zona de parada</b> No
<b>Observaciones:</b> Luces de umbral, borde de pista y extremo de pista dispone sistema de iluminación de alta intensidad CAT I.	<b>Observaciones:</b> Luces de umbral, borde de pista y extremo de pista dispone sistema de iluminación de alta intensidad CAT I.

Figura 5. Luces de aproximación y de pista del aeropuerto de Bariloche (AIP de Argentina)

### 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.

Ambos registradores fueron desmontados, y su lectura y transcripción fue realizada en las instalaciones de la empresa en Ezeiza, provincia de Buenos Aires.

El anexo al informe contiene la transcripción de los aspectos relevantes del CVR, que abarcan la primera aproximación hasta el *tail strike* y el inicio de la maniobra de *go-around*. La transcripción tiene como único propósito contribuir a dimensionar el contexto en torno al incidente.

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

No aplica.

### 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

No aplica.

### 1.16 Ensayos e investigaciones

El relevamiento fotográfico de la superficie de la pista y de las marcas dejadas por la aeronave en la misma, además de la evaluación de los daños sufridos por la aeronave, identificó marcas de rozamiento y deformaciones en el fuselaje y revestimiento de la zona ventral trasera y en el patín de cola o *tail skid*, producto del impacto de la cola con la superficie de la pista. Las estaciones del fuselaje afectadas iban desde la N° 867 hasta la N° 927, todas dentro de la zona presurizada del mismo.



Figura 6. Marcas en la pista y el patín de cola de la aeronave producto del *tail strike*

La tripulación de vuelo de la aeronave manifestó que la aproximación fue realizada en forma manual, en condiciones visuales, apoyada en ILS y el PAPI, y según lo establecido por los procedimientos operativos estandarizados (SOP) determinados por la empresa.

El operador de la torre de control que se encontraba en funciones al momento del suceso manifestó su estimación de que la trayectoria de la aeronave estaba a una

altura mayor de la que habitualmente observaba a otras aeronaves durante las aproximaciones y aterrizajes en la pista 29.

La carta de aproximación instrumental a la pista 29 del aeropuerto de San Carlos de Bariloche establece que la senda de planeo estándar es de 3°, coincidente con el ángulo de aproximación del PAPI de la pista 29. Una aeronave establecida en la senda de planeo debe cruzar 1000 pies en descenso a una distancia aproximada de 5,8 kilómetros del punto de toque (AP) de la pista 29. El cruce de 500 pies en descenso se ubica a aproximadamente 2,9 kilómetros del AP.

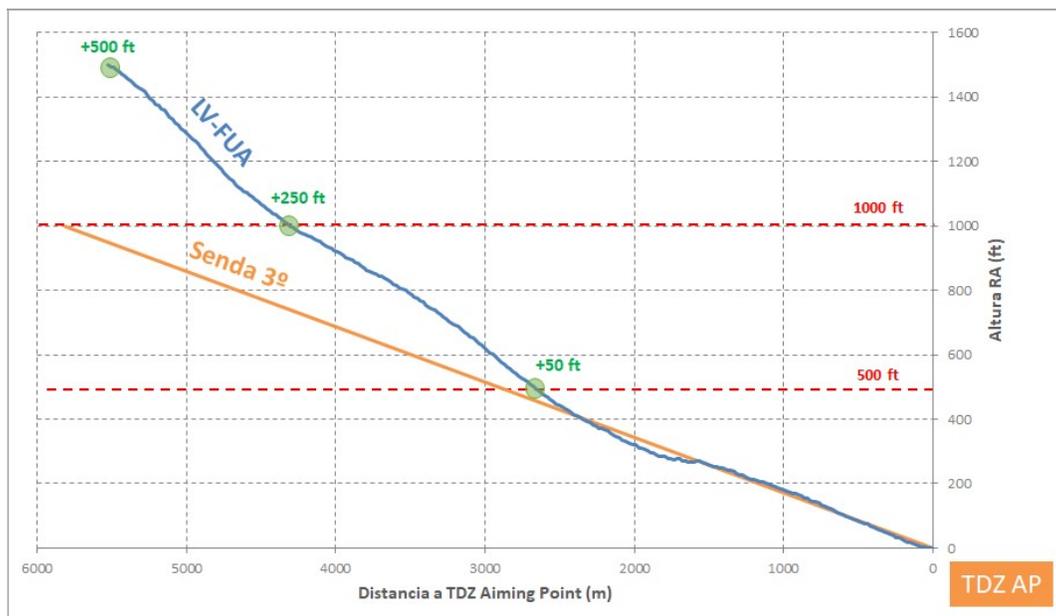


Figura 7. Trayectoria de la aeronave en relación a la distancia al Aiming Point (AP) de la pista 29.

La lectura del FDR permite establecer que el AR1672 estaba a 1500 pies en descenso a una distancia de 5.8 kilómetros del AP de la pista 29. La aeronave recuperó la senda de 3 grados a una distancia de 2,7 kilómetros del AP, posición en la que estaba aproximadamente a 50 pies por encima de la altura de referencia.

El análisis de diferentes parámetros de vuelo y del empuje de los motores de la aeronave entre los 1000 pies y 50 pies en descenso (utilizando el radio altímetro como referencia para la medición), indica variaciones en sus valores (figura 8).

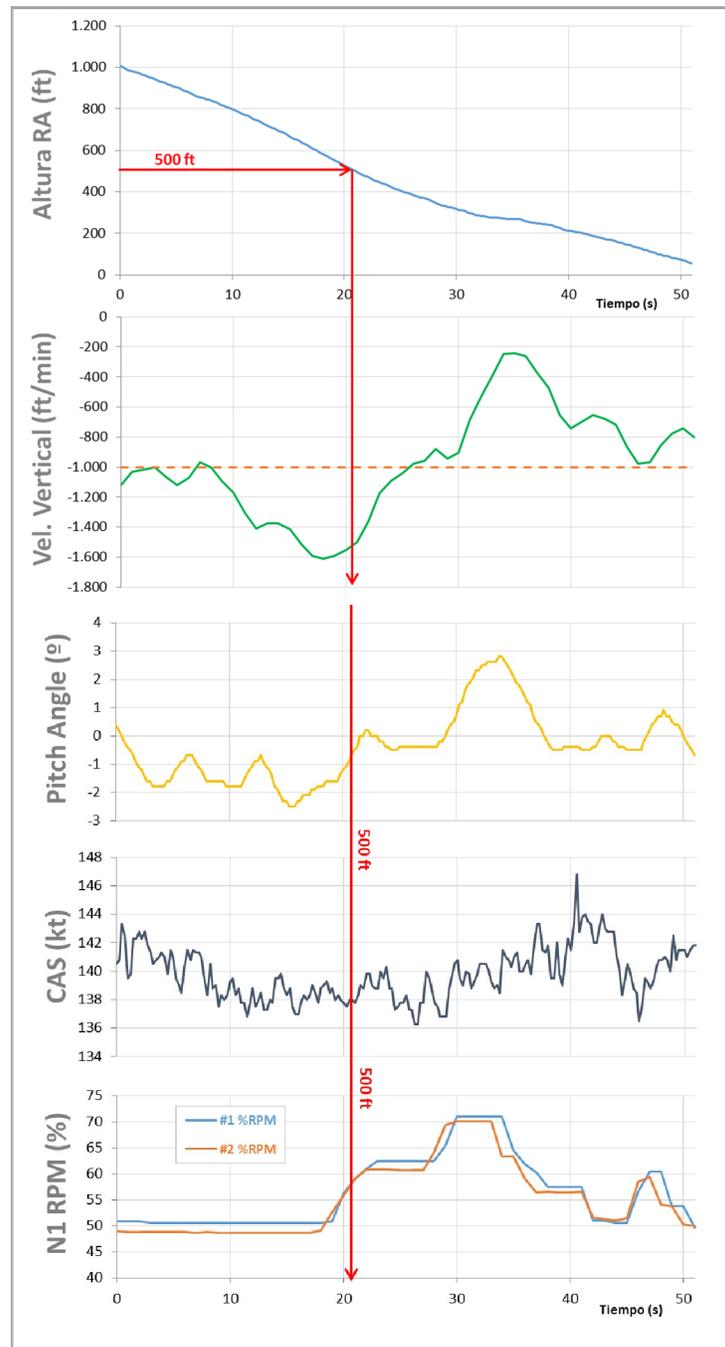


Figura 8. Parámetros de vuelo y empuje de la aeronave entre los 1000 pies y 50 pies

El régimen de descenso presentó oscilaciones por debajo de los 1000 pies de altura. Abandonando 1000 pies, el régimen de descenso era de 1100 pies por minuto; aumentando a casi 1600 pies por minuto a los 500 pies, disminuyendo a poco más de 200 pies por minuto a los 250 pies, y aumentando a 976 pies por minuto a 134 pies

de altura. Al cruzar el umbral de la pista 29 con 40 pies de altura, la razón de descenso era de 800 pies por minuto.

La velocidad de referencia (Vref) establecida para el aterrizaje era de 131 nudos. La velocidad promedio de la aeronave durante la aproximación fue de 140 nudos. La aeronave cruzó el umbral de la pista 29 con 142 nudos.

Los valores de N1 (velocidad del compresor de baja del motor) fueron estables, con valores de 50% N1, hasta instantes antes de los 500 pies, a partir de donde aumentaron hasta alcanzar valores superiores a 70% N1 a los 400 pies, seguido por una reducción a 50% N1 dentro los 15 segundos subsiguientes, un aumento a 60% N1 luego de otros 3 a 4 segundos, seguido por una nueva reducción a 50% N1, valor con el cual la aeronave cruzó el umbral de la pista 29.

Las variaciones de empuje están acompañadas por cambios de actitud de la aeronave en el ángulo de cabeceo (*pitch angle*), donde se registran valores que oscilan entre  $-2,5^\circ$  y  $+2,8^\circ$  dentro de un lapso de tiempo de aproximadamente 20 segundos.

Los datos de referencia correspondientes a la configuración de empuje y *pitch angle* del AR1672 para la aproximación final, según el Manual de Operaciones de la Tripulación de Vuelo (FCOM) de Boeing y el *Quick Reference Handbook* (QRH), obtenidos de las tablas correspondientes para *Unreliable Airspeed*, indican valores de  $-0.5^\circ$  y 62% para *pitch angle* y N1 respectivamente (figura 9).

**Final Approach (1500 FT)  
Gear Down, %N1 for 3° Glideslope**

FLAP POSITION (VREF + INCREMENT)		WEIGHT (1000 KG)				
		40	50	60	70	80
FLAPS 15 (VREF15 + 10)	PITCH ATT	2.0	2.0	2.0	2.5	2.5
	%N1	40	44	48	51	54
FLAPS 30 (VREF30 + 10)	PITCH ATT	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0
	%N1	47	52	56	60	63
FLAPS 40 (VREF40 + 10)	PITCH ATT	-0.5	-0.5	-0.5	0.0	0.0
	%N1	52	58	62	66	70

Figura 9. Tabla para *Unreliable Airspeed*

La aeronave cruzó el umbral de la pista 29 a una altura de 40 pies, realizando el primer contacto con la superficie de la pista y el *bounced landing* a aproximadamente

250 metros de la cabecera. La aeronave volvió a tomar contacto con la pista aproximadamente a 450 metros de la cabecera. No hubo rebote tras esta segunda toma de contacto, la aeronave permaneció en la pista, y a 570 metros de la cabecera, durante el inicio de la maniobra de *go-around*, se produjo el impacto de la zona ventral trasera del fuselaje de la aeronave con la pista (Figura 11).



Figura 10. Altura y distancia de pista recorrida por la aeronave

El primer contacto de la aeronave con la pista se produjo con un *pitch angle* de  $5,6^\circ$ , una velocidad calibrada de 131 nudos y empuje de 66% N1, y 56 segundos después de cruzar la ventana de 1000 pies durante la aproximación. La toma de contacto fue con una aceleración vertical aproximada de 1,966 g, tras lo que se produjo el primer rebote de la aeronave.

Luego del primer rebote, la aeronave se elevó hasta una altura de 4 pies sobre la pista y volvió a tomar contacto con la misma. La segunda toma de contacto se produjo con un *pitch angle* de  $3,5^\circ$ , una velocidad calibrada de 131 nudos y empuje de 49% N1. La aceleración registrada en este segundo toque fue de 3,081 g, valor consistente con un *hard landing*. La aeronave permaneció en la superficie de la pista luego de esta segunda toma de contacto.

Aproximadamente un segundo luego del segundo toque se inició la maniobra de *go-around*, incrementándose el empuje de los motores hasta 103% N1. Durante la maniobra, y estando aún en la pista, la aeronave alcanzó el ángulo de cabeceo máximo de  $8,6^\circ$ , momento en el cual se produjo el *tail strike* (figura 11).

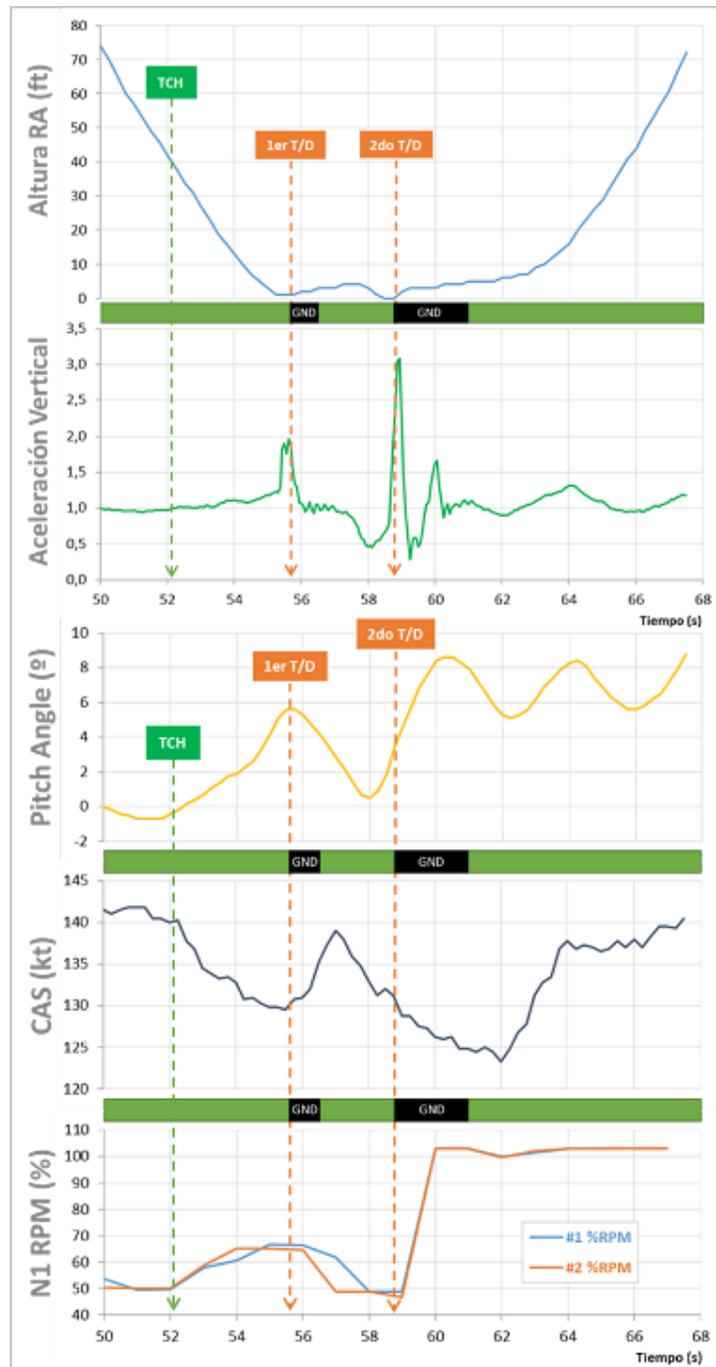


Figura 11. Parámetros de vuelo y empuje de la aeronave durante el aterrizaje y posterior go-around

### 1.17 Información orgánica y de dirección

Aerolíneas Argentinas S.A. es la empresa propietaria de la aeronave. La empresa fue fundada en el año 1950 y es una de las mayores compañías aéreas de América del Sur. Desde sus bases de operaciones en el Aeroparque Jorge Newbery y el Aeropuerto Internacional Ministro Pistarini en Ezeiza (Buenos Aires), vuela a diversos destinos internacionales y nacionales. La empresa es miembro de la alianza global SkyTeam y está llevando a cabo un programa de renovación de flota, que incluye la incorporación de nuevas aeronaves Boeing B737 MAX 8.

La empresa propietaria es titular de un Certificado de Explotador de Servicios Aéreos (CESA) otorgado por la Administración Nacional de Aviación Civil (ANAC), vigente desde enero del año 2017 hasta enero del 2019. Tiene implementado un SMS, cuyo enfoque es lograr un nivel aceptable de seguridad operacional durante la entrega de sus servicios. Entre otros programas de seguridad operacional, cuenta con un Programa de Aseguramiento de la Calidad de las Operaciones de Vuelo (FOQA), que busca mejorar la seguridad operacional mediante el monitoreo, registro y análisis rutinario de datos de vuelo.

Información proporcionada a la investigación por la operadora sugiere logros en la reducción de eventos y/o desviaciones de seguridad operacional durante los últimos años. Así por ejemplo, previo a este incidente, el último evento de tail strike experimentado por la empresa había sido en 2013, con un tipo de aeronave diferente a la involucrada en este incidente.

La empresa tiene un Manual de Instrucción de Vuelo (MIV), aprobado por la ANAC, donde se establecen las políticas, programas y métodos de instrucción. La instrucción que brinda a sus tripulaciones se compone de dos tipos:

- *Instrucción normal.* Instrucción de teoría, simulador y/o vuelo, que recibe un piloto que demuestra desempeño estándar y que alcanza resultados satisfactorios al término de la misma.
- *Instrucción adicional.* Instrucción complementaria, de teoría, simulador y/o vuelo, que recibe un piloto para afianzar los conocimientos y habilidades necesarios que le permitan alcanzar, al término de la misma, resultados satisfactorios para poder continuar con la actividad programada.

Estos tipos de instrucción incluyen cursos de repaso, verificaciones y prácticas de los procedimientos normales, anormales y de emergencia de cada tipo de aeronave que compone la flota, además de emergencias, supervivencia y salvataje; CRM; transporte de mercancías peligrosas; Factores Humanos y SMS.

La investigación tuvo también acceso a la documentación de referencia para la operación de las aeronaves por las tripulaciones de vuelo de dicha empresa, entre las que se encuentran el Manual de Operaciones de Vuelo (MOV) aprobado por la ANAC, el Manual de Entrenamiento de Tripulaciones (FCTM) y FCOM desarrollado por el fabricante.

### 1.18 Información adicional

#### *Aproximación estabilizada*

El operador establece en su MOV las políticas y procedimientos para la estandarización de las tareas, y las pautas de supervisión para sus operaciones de vuelo. De esta forma cumple con estándares internacionales de seguridad operacional establecidos por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) transpuestos como requerimientos nacionales por la ANAC en las RAAC, parte 121.

El MOV establece las condiciones para que una aproximación sea considerada estabilizada en el apartado 9.4.14.9, Aproximación estabilizada.

<p><b>9.4.14.9. Aproximación estabilizada</b></p> <p>Una aproximación se considera estabilizada en las siguientes condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La aeronave vuela en la senda de aproximación correcta.</li> <li>• Sólo pequeñas correcciones de actitud, potencia, rumbo e inclinación de alas son necesarias para mantener la trayectoria deseada.</li> <li>• La aeronave se encuentra en la configuración de aterrizaje.</li> <li>• La coordinación de cabina, briefings y todas las listas de control han sido cumplidas.</li> <li>• La aeronave no excede los siguientes valores de desvío:</li> </ul>
---

Figura 12. Condiciones para una aproximación estabilizada según MOV, revisión 06

TABLA 9.47 Aproximación estabilizada

Parámetros	Valores límite
Velocidad de aproximación	+10 nudos -5 nudos
Relación de descenso	No mayor a 1000 ppm
VOR	1 punto de desvío
Localizador	½ punto de desvío
Senda de planeo	1 punto de desvío

La aeronave deberá encontrarse estabilizada:

- A 1000 pies por encima de la elevación de la zona de contacto (TDZE).
- Como excepción específica, en aproximaciones con circulación visual, la aproximación se considerará estabilizada, si cumple con todos los parámetros antes descriptos, y la aeronave está con alas niveladas al llegar a los 300 pies AGL.
- Si la aeronave no se encuentra estabilizada en las condiciones y posiciones descriptas, se deberá efectuar un procedimiento de escape y aproximación frustrada.
- En caso de llegarse a los parámetros límite, el PM realizará el call out correspondiente, para advertir al PF del desvío.
- El efectuar el call out cumple varios propósitos:
  - Advierte al PF del desvío.
  - Mantiene a ambos pilotos en una adecuada alerta situacional.
  - Ante la falta de respuesta o acción, provee un aviso oportuno en caso de incapacidad de uno de los pilotos.

En lo posible, se evitará mantener regímenes de descenso superiores a: 1500 pies por minuto debajo de 5000 pies AGL, y 1000 pies por minuto debajo de los 2000 pies AGL.

Figura 13. Condiciones para una aproximación estabilizada según MOV, revisión 06

Por su lado, el FCTM de Boeing, que provee información y recomendaciones acerca de maniobras y técnicas a emplear en la aeronave, describe las condiciones que constituyen a una aproximación estabilizada (figura 14). Ambos documentos, el MOV y el FCTM, son consistentes en cuanto a las condiciones descriptas para la aproximación estabilizada.

**Recommended Elements of a Stabilized Approach**

The following recommendations are consistent with criteria developed by the Flight Safety Foundation.

All approaches should be stabilized by 1,000 feet AFE in instrument meteorological conditions (IMC) and by 500 feet AFE in visual meteorological conditions (VMC). An approach is considered stabilized when all of the following criteria are met:

- the airplane is on the correct flight path
- only small changes in heading and pitch are required to maintain the correct flight path
- the airplane should be at approach speed. Deviations of +10 knots to – 5 knots are acceptable if the airspeed is trending toward approach speed
- the airplane is in the correct landing configuration
- sink rate is no greater than 1,000 fpm; if an approach requires a sink rate greater than 1,000 fpm, a special briefing should be conducted
- thrust setting is appropriate for the airplane configuration
- all briefings and checklists have been conducted.

Specific types of approaches are stabilized if they also fulfill the following:

- ILS and GLS approaches should be flown within one dot of the glide slope and localizer, or within the expanded localizer scale
- approaches using IAN should be flown within one dot of the glide path and FAC
- during a circling approach, wings should be level on final when the airplane reaches 300 feet AFE.

Unique approach procedures or abnormal conditions requiring a deviation from the above elements of a stabilized approach require a special briefing.

**Note:** An approach that becomes unstabilized below 1,000 feet AFE in IMC or below 500 feet AFE in VMC requires an immediate go-around.

These conditions should be maintained throughout the rest of the approach for it to be considered a stabilized approach. If the above criteria cannot be established and maintained until approaching the flare, initiate a go-around.

Figura 14. Elementos que constituyen una aproximación estabilizada según 737 NG FCTM

*Avisos normalizados (Callouts)*

Los *callouts* (también denominados avisos normalizados o *standard callouts*) son avisos utilizados por el PM para asistir al PF de forma tal de detectar desvíos de los procedimientos estándar o trayectorias óptimas. El PM realiza los callouts basándose en indicaciones u observaciones de los instrumentos para una condición determinada, condición que debe ser luego reconocida por el PF. En caso de que el PM no realice el callout correspondiente, el PF debe hacerlo.

La empresa ha establecido los momentos y/o condiciones en las cuales deben realizarse los callouts correspondientes. También ha establecido los desvíos en los parámetros que requieren la ejecución de los callouts (figuras 15 y 16).

**NON-ILS APPROACH**

CONDITION / LOCATION	CALLOUT
At first motion of localizer (If on LOC approach).	PM: "LOCALIZER ALIVE"
2 NM before Final Approach Fix.	PM: "APPROACHING FAF"
Final Approach Fix Inbound.	PM: "FINAL APPROACH FIX, ..... FT ALTIMETERS CROSSCHECK"
1000 Ft AFE Stable.	PM: "1000 PIES, ESTABILIZADO" PF: "CHECK"
1000 Ft AFE Unstable.	PM: "1000 PIES, NO ESTABILIZADO" PF: "GO AROUND"
500 Ft AFE	PM: "500 FEET"
100 Ft above MDA/DA.	PM: "APPROACHING MINIMUMS"
At MDA/DA – Suitable visual references established.	PM: "MINIMUMS, RUNWAY / LIGHTS IN SIGHT" PF: "LANDING"
At MDA/DA – Suitable visual references NOT established.	PM: "MINIMUMS, NO CONTACT" PF: "GO AROUND"

Figura 15. Callouts para aproximación no ILS según anexo C de la política operativa de línea B737NG, revisión 1.

PARÁMETRO	DESVÍO	CALLOUT (PM)
IAS	+ 10 KTS / - 5 KTS	"SPEED"
ASSIGNED ALTITUDE	+/- 100 FEET	"ALTITUDE"
ASSIGNED HEADING	More than 10 degrees.	"HEADING"
RATE OF DESCENT ON APPROACH	More than 1000 FPM.	"SINK RATE"
BANK ANGLE	More than 30 degrees.	"BANK"
LOCALIZER	½ DOT	"LOCALIZER"
GLIDE SLOPE	1 DOT	"GLIDE"
VOR	1 DOT	"COURSE"
VNAV VERTICAL DEVIATION (From FAF to DA/MDA)	+ 75 Feet / - 75 Feet	"PATH"
X-TRACK	X-TRACK more than ½ RNP	"TRACK"

Figura 16. Callouts asociados a desvíos según anexo C de la política operativa de línea B737NG, revisión 1.

*Actitud de la aeronave en la toma de contacto*

La Figura 17 muestra el efecto de la velocidad en la actitud de la aeronave al momento de la toma de contacto con la pista, para diferentes configuraciones de *flaps* y peso. Dichas curvas reflejan las siguientes condiciones de certificación:

- Centro de Gravedad (CG) en el límite delantero
- -150 ft/min de velocidad vertical al momento de la toma de contacto
- Día estándar a nivel del mar

La línea roja representa las condiciones presentes al momento del tail strike del AR1672.

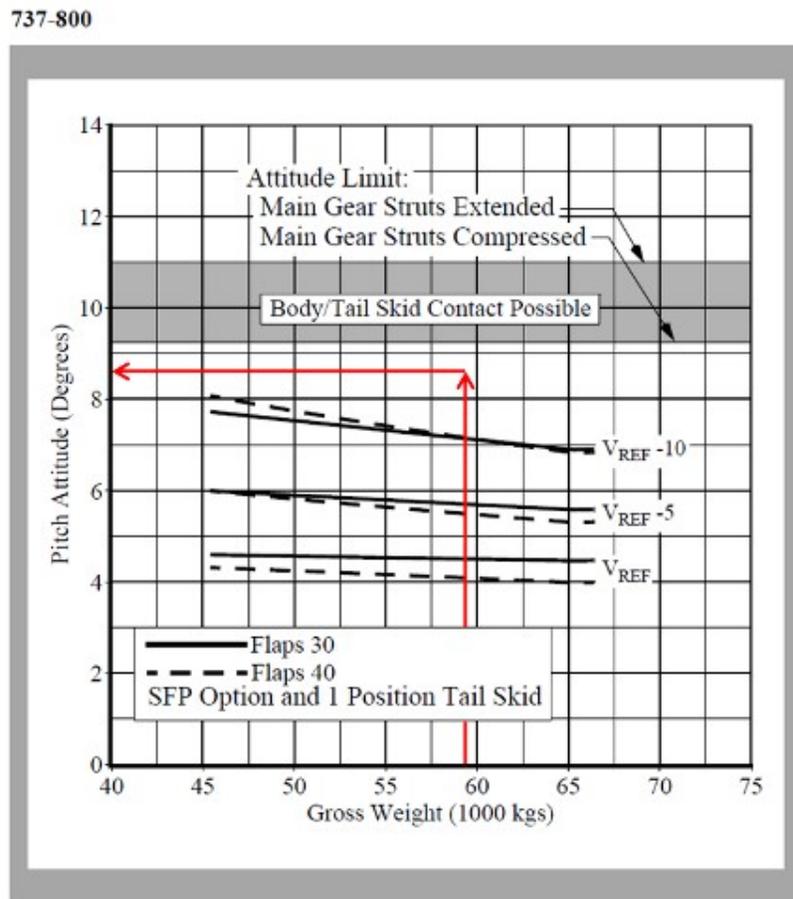


Figura 17. Actitud de la aeronave durante la toma de contacto

### 1.19 Técnicas de investigaciones útiles o eficaces

No aplica.

## 2. ANÁLISIS

### 2.1 Introducción

El análisis evalúa los factores que pudieron influir en la secuencia de eventos que culminaron con el *tail strike* del AR1672, y dimensiona su significación dentro del contexto operativo específico en el cual se dieron. El análisis considera dos aspectos con relación al suceso: los aspectos técnico-operativos y los aspectos institucionales.

La evaluación de los aspectos técnico-operativos analiza, a su vez, dos alternativas: la probabilidad de la relación entre la aproximación desestabilizada y el *tail strike*, y la probabilidad de la relación entre el contacto anormal con la pista (ARC) que resultó en un *bounced landing* y el *tail strike*. Ambas alternativas contemplan el desempeño operativo de la tripulación de vuelo en la secuencia de eventos.

### 2.2 Aspectos técnicos-operativos

#### *Antecedentes de la aproximación desestabilizada*

Las aproximaciones estabilizadas contribuyen a la operación confiable y segura de las aeronaves. En contraparte, las aproximaciones desestabilizadas suponen estados no deseados de las aeronaves, que aumentan la carga de trabajo de la tripulación durante una de las fases más críticas del vuelo y que, de no ser gestionados por la tripulación, pueden resultar en situaciones críticas de seguridad operacional.

La Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA), a través de su Grupo Técnico de Clasificación de Accidentes (ACTG) identificó que, durante el período del 2012 al 2016, las aproximaciones desestabilizadas fueron un factor contribuyente a 16% de los accidentes ocurridos a nivel mundial. Las aproximaciones desestabilizadas pueden resultar en diferentes potenciales consecuencias durante las fases de aproximación y aterrizaje.

El FCTM del Boeing 737NG, en el apartado *Landing Risk Factors*, establece que una aproximación desestabilizada es la causa principal de un *tail strike* durante el aterrizaje (figura 18).

### Unstabilized Approach

An unstabilized approach is the biggest single cause of tail strike. Flight crews should stabilize all approach variables - on centerline, on approach path, on speed, and in the final landing configuration - by the time the airplane descends through 1,000 feet AFE. This is not always possible. Under normal conditions, if the airplane descends through 1,000 feet AFE (IMC), or 500 feet AFE (VMC), with these approach variables not stabilized, a go-around should be considered. See the section titled "Stabilized Approach Recommendations" in chapter 5 of this manual for more detailed information on the stabilized approach.

Flight recorder data shows that flight crews who continue with an unstabilized condition below 500 feet seldom stabilize the approach. When the airplane arrives in the flare, it often has either excessive or insufficient airspeed. The result is a tendency toward large thrust and pitch corrections in the flare, often culminating in a vigorous pitch change at touchdown resulting in tail strike shortly thereafter. If the pitch is increased rapidly when touchdown occurs as ground spoilers deploy, the spoilers add additional nose up pitch force, reducing pitch authority, which increases the possibility of a tail strike. Conversely, if the airplane is slow, increasing the pitch attitude in the flare does not effectively reduce the sink rate; and in some cases, may increase it.

Figura 18. Factores de riesgo precedentes a un *tail strike* según 737 NG FCTM

### *La aproximación del AR1672 en Bariloche*

El despegue de Aeroparque, ascenso, crucero y descenso inicial hasta el inicio de la aproximación del AR1672 a la pista 29 de Bariloche se realizaron sin particularidades. Aproximando a Bariloche, la tripulación recibió la autorización para comenzar el descenso y completó la lista de verificación para el descenso y el briefing de aproximación. Posteriormente, la tripulación completó las listas de verificación para la aproximación y el aterrizaje respectivamente.

La definición de parámetros que conforman el criterio para la ejecución y continuación de una aproximación estabilizada es lo que se conoce desde hace tiempo como una "mejor práctica de la industria" (industry best practice)<sup>3</sup>. El mantenimiento de velocidades y regímenes de descenso preestablecidos durante la aproximación final,

<sup>3</sup> La OACI define *mejor práctica de la industria* como "material de orientación proporcionado por un órgano de la industria, para un sector particular de la industria de la aviación, a fin que se cumplan los requisitos de las normas y métodos recomendados de la OACI, otros requisitos de seguridad operacional y las mejores prácticas que se consideren apropiadas" (Anexo19 – Gestión de la Seguridad Operacional, Capítulo 1, Definiciones).

asociados a determinadas configuraciones de la aeronave, es lo que conforma una aproximación estabilizada.

Boeing establece en su FCTM que en condiciones de vuelo visuales (VMC) la aeronave debe cumplir con los parámetros de aproximación estabilizada a 500 pies sobre la elevación de la zona de toma de contacto (TDZE), o iniciar un *go-around*. Para condiciones de vuelo instrumentales (IMC), la aeronave debe cumplir con los parámetros de aproximación estabilizada a 1000 pies sobre la TDZE.

La empresa ha adoptado un criterio más conservativo que el propuesto por Boeing, y no hace diferencia entre condiciones VMC e IMC: en ambos casos, la aproximación debe encontrarse estabilizada a los 1000 pies por encima de la TDZE. En caso contrario, se debe efectuar un *go-around*. Este criterio adoptado introduce un margen adicional de seguridad operacional en sus operaciones (figura 19).

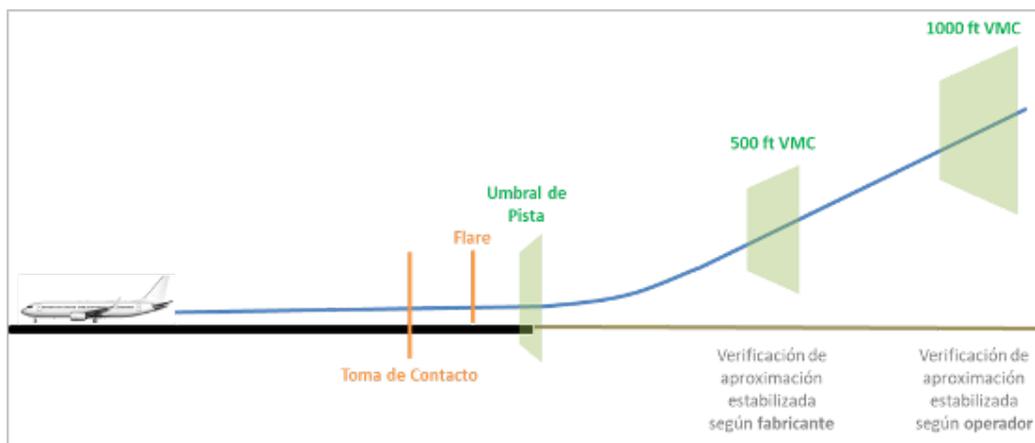


Figura 19. Ventanas de verificación de aproximación estabilizada en VMC según el fabricante y el operador

La tabla 12 presenta una comparación de los criterios y valores asociados a los parámetros de vuelo y de empuje que componen una aproximación estabilizada, y las ventanas de verificación de dichos parámetros, establecidos por Aerolíneas Argentinas y Boeing respectivamente, para condiciones VMC, que eran las que prevalecían durante la aproximación del AR1672 a la pista 29 de Bariloche.

La comparación sugiere que, excepto por los dos primeros criterios, los valores del AR1672 durante la aproximación cumplían con las condiciones de aproximación estabilizada establecidos por el operador para la única ventana de 1000 pies. De los

dos criterios divergentes, el primero (aeronave en la senda de vuelo correcta) es objetivo y verificable con respecto al valor de 3º para la senda de descenso, pero el segundo (solo pequeños cambios de rumbo y actitud son necesarios para mantener la senda de vuelo correcta) deja margen para la interpretación sobre qué debe considerarse pequeños cambios.

Criterios de aproximación estabilizada	Operador 1000 ft VMC	Fabricante 500 ft VMC
La aeronave se encuentra en la senda de vuelo correcta	NO	NO
Solo pequeños cambios de rumbo y actitud son necesarios para mantener la senda de vuelo correcta	NO	NO
La aeronave debería encontrarse con la velocidad de aproximación (+10/-5 nudos de Vref)	SI	SI
La configuración de la aeronave es la correcta para el aterrizaje	SI	SI
El régimen de descenso ( <i>sink rate</i> ) no es mayor a 1000 pies por minuto	SI	NO
El ajuste de potencia es el apropiado para la configuración de la aeronave	SI	SI
La coordinación de cabina, <i>briefings</i> y todas las listas de control han sido cumplidas	SI	SI

Tabla 12

El análisis de la información del FDR identifica que –en la ventana de 1000 pies sobre la TDZE– la aproximación final del AR1672 presentaba un desfase con respecto a uno de los criterios estipulados por el propietario para que la misma fuera considerada estabilizada: la aeronave se encontraba por encima de la senda de vuelo correcta.

La investigación estableció que, próximo a cruzar 1000 pies sobre la elevación de la TDZE, la aeronave se encontraba 250 pies por encima de la altura de referencia establecida por la senda de planeo de 3º para la aproximación a la pista 29. Los parámetros de velocidad, régimen de descenso, y empuje se ajustaban a los valores establecidos por el propietario para una aproximación estabilizada.

Los SOP del operador establecen que, al recibir el *callout* automático de 1000 pies (cuya información de altura proviene del radio altímetro), la tripulación debe realizar el *callout* correspondiente a aproximación estabilizada o desestabilizada. En la

ventana de 1000 pies el AR1672 no cumplía con todos los criterios de aproximación estabilizada, pero el CVR no registró el callout por la tripulación.

La lectura del FDR indica desfasajes en valores de los parámetros de aproximación estabilizada por debajo de los 1000 pies sobre la TDZE y hasta la toma de contacto con la pista (ver sección 1.16, Ensayos e Investigaciones), que se presentan de manera resumida a continuación:

- Los valores de velocidad se mantuvieron dentro o cercanos al parámetro estipulado en los SOP para las condiciones prevalecientes;
- El control de empuje de los motores experimentó variaciones en sus ajustes, que van de 50% N1 a 70% N1 aproximadamente;
- El parámetro que mayor desfasaje indica en sus valores es la razón de descenso, que alcanzó un valor momentáneo de 60% sobre el valor deseado (1000 pies por minuto); y
- El parámetro que le sigue en cuanto a desfasaje de valores es el *pitch angle* (de  $-2,5^{\circ}$  a  $+2,8^{\circ}$ ).

Los SOP de la empresa establecen que, en caso de exceder 1000 pies por minuto de razón de descenso por debajo de 1000 pies sobre la TDZE, el PM debe realizar el callout de "*sink rate*". El AR1672 no cumplía con este criterio de aproximación estabilizada, pero el CVR no registró este callout.

En resumen, luego de describir la importancia de las aproximaciones estabilizadas, así como el potencial negativo de las aproximaciones desestabilizadas, los párrafos anteriores generan un cuadro de situación que sugiere que la trayectoria del AR1672 no cumplía con la totalidad de los parámetros de una aproximación estabilizada establecidos por el operador.

No obstante, la real significación de los desfasajes en la trayectoria del AR1672 y la aproximación desestabilizada como desencadenantes directos del *tail strike* no debe establecerse tomando como referencia únicamente, de manera estricta y excluyente, el alerta de Boeing en la figura 18 sobre la relación aproximación desestabilizada/*tail strike*. Tampoco debe evaluarse de manera descontextualizada y por simple referencia

a parámetros. El análisis por lo tanto retoma el tema en la sub-sección Conclusiones del análisis técnico-operativo.

*El ARC y bounced landing*

EL AR1672 cruzó el umbral de la pista 29 a una altura de 40 pies. El análisis de la variación de altura en instantes anteriores a la primera toma de contacto permite identificar una mínima disminución en el régimen de descenso, siendo la última medición de régimen de descenso previa al toque de 488 pies por minuto. Esto, combinado con un empuje de 66% N1 al momento de la toma de contacto, provocó el ARC y el rebote de la aeronave hasta una altura de 4 pies sobre la superficie de la pista.

La figura 20 presenta la comparación entre la maniobra de nivelada realizada por la aeronave durante el primer intento de aterrizaje y el segundo (luego del *go-around* y la nueva aproximación), y permite apreciar la diferencia en la transición entre los regímenes de aproximación y aterrizaje para cada caso.

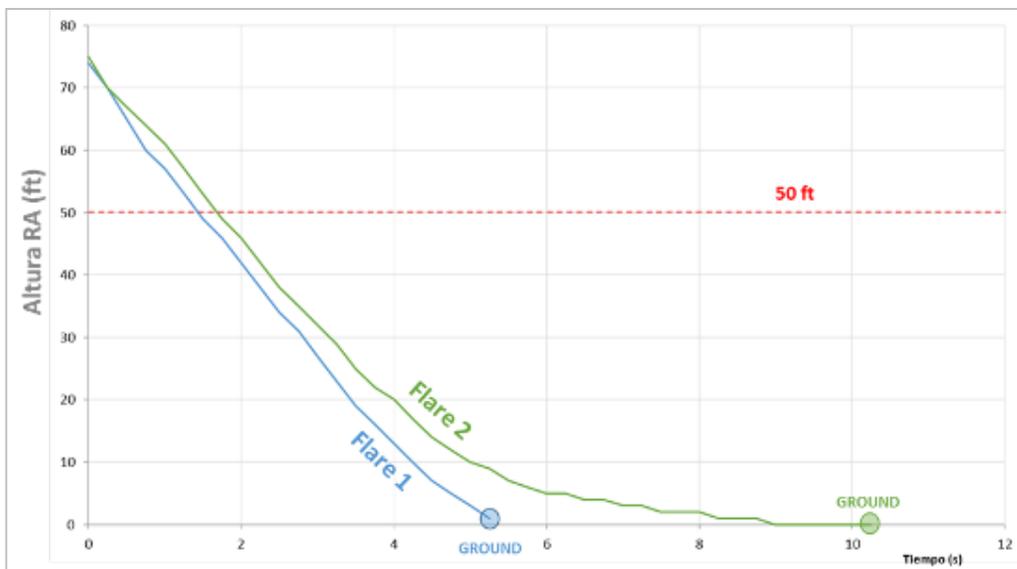


Figura 20. Comparación entre las niveladas realizadas por el LV-FUA en el primer y segundo aterrizaje

Tras el rebote, con la aeronave en el aire, el FDR indica una reducción de empuje a *idle*. Esta acción produjo el despliegue automático de los *spoilers*, que estaban armados, resultando en una pérdida abrupta de sustentación, lo que llevó al segundo toque de la aeronave con la pista, con una aceleración vertical de 3,081 g.

Luego del segundo toque, la aeronave permaneció en la superficie de la pista, hasta el inicio de la maniobra de *go-around*.

La evidencia disponible para el análisis sugiere que el rebote luego del primer toque fue consecuencia de la combinación de una mínima reducción en el régimen de descenso de la aeronave durante la transición de aproximación a aterrizaje, el empuje remanente en los motores, y de la energía cinética resultante. Luego del segundo toque, sin sustentación como resultado de la extensión de los *spoilers*, y la reducción de empuje de los motores a *idle*, la aeronave permaneció en la superficie de la pista hasta el inicio del *go-around*.

#### **Bounced Landing Recovery**

If the airplane should bounce, hold or re-establish a normal landing attitude and add thrust as necessary to control the rate of descent. Thrust need not be added for a shallow bounce or skip. When a high, hard bounce occurs, initiate a go-around. Apply go-around thrust and use normal go-around procedures. Do not retract the landing gear until a positive rate of climb is established because a second touchdown may occur during the go-around.

If higher than idle thrust is maintained through initial touchdown, the automatic speedbrake deployment may be disabled even when the speedbrakes are armed. This can result in a bounced landing. During the resultant bounce, if the thrust levers are then retarded to idle, automatic speedbrake deployment can occur resulting in a loss of lift and nose up pitching moment which can result in a tail strike or hard landing on a subsequent touchdown.

Figura 21. Recuperación tras un aterrizaje con rebote según 737 NG FCTM

El FCTM de Boeing establece (figura 21) que si se mantiene un empuje superior a *idle* durante el contacto inicial de la aeronave con la pista, el despliegue automático de los *spoilers* puede quedar inhabilitado, aun cuando el sistema esté armado, lo que puede llevar a un *bounced landing*. En caso de un rebote luego del contacto inicial, los *spoilers* pueden desplegarse de manera automática, si el sistema se encontraba armado y el empuje es reducido a *idle* mientras la aeronave está en el aire.

Las tres condiciones para el despliegue automático de los *spoilers* durante el aterrizaje con el sistema armado son:

- Empuje de los motores reducido a *idle*:
- Un amortiguador del tren de aterrizaje principal comprimido; y
- Ruedas del tren de aterrizaje girando a más de 60 nudos.

Estas condiciones suponen el contacto de la aeronave con la pista, pero no necesariamente que la aeronave permanezca en contacto con la pista: un rebote luego de un contacto con la pista con empuje superior a *idle* puede llevar a la compresión de un amortiguador del tren de aterrizaje principal y/o a una rotación de cubiertas superior a 60 nudos mientras la aeronave está en el aire luego del rebote.

Este es el escenario probable experimentado por el AR1672 luego del rebote: aeronave en el aire con un amortiguador comprimido y cubiertas girando a más de 60 nudos. Al reducir el empuje a *idle*, se cumplió la tercera condición, que llevó al despliegue automático de los *spoilers*. Esto a su vez resultó en la pérdida abrupta de sustentación de la aeronave y consecuente *hard landing*.

### *El tail strike*

El despliegue automático de los *spoilers* ocasionó un momento de cabeceo positivo que, sumado a la rotación para iniciar la maniobra de *go-around*, provocó que la aeronave alcanzara un ángulo de cabeceo de  $8,6^{\circ}$ , desencadenando el *tail strike* (figura 22). El impacto del fuselaje con la superficie de la pista ocasionó las deformaciones en la zona ventral trasera de la estructura.

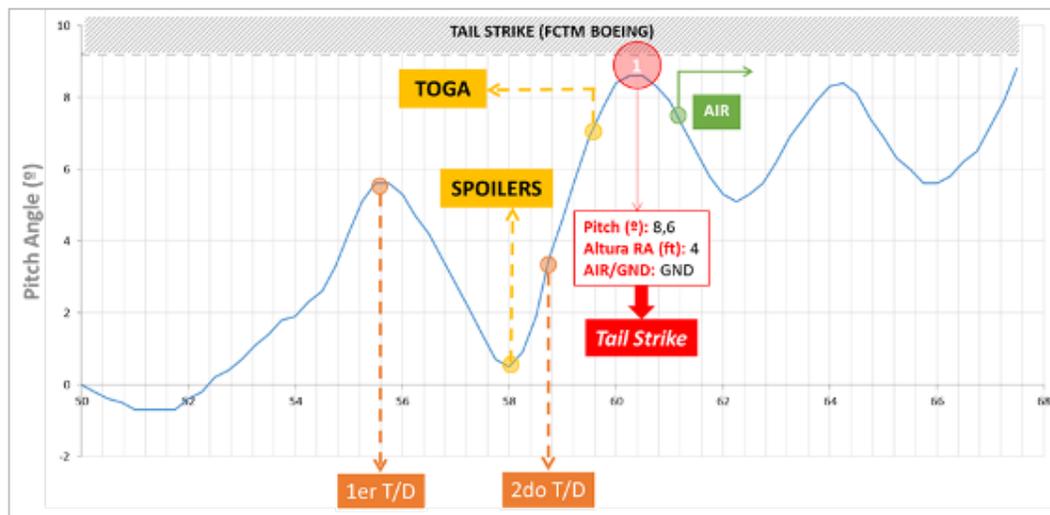


Figura 22. Variaciones del ángulo de cabeceo de la aeronave durante el aterrizaje

El *pitch angle* del AR1672 nunca alcanzó el valor mínimo a partir del cual Boeing indica que es posible un *tail strike*. El valor indicado por Boeing es  $9,2^\circ$ ; ya se ha señalado que de acuerdo a la lectura del FDR, la aeronave no superó  $8,6^\circ$  de *pitch angle*. Sin embargo, también debe considerarse que las condiciones de certificación de las curvas presentes en la figura 17 no se correspondieron con los valores medidos durante el *tail strike*.

Independientemente de ello, la investigación consideró diferentes factores para explicar esta aparente divergencia entre la documentación de Boeing y las condiciones del *tail strike* del AR1672. La investigación consideró la pendiente de pista, el intervalo de medición del *pitch angle*, y el hecho que, debido a la aceleración vertical de  $3,08\text{ g}$  durante el segundo toque, los amortiguadores del tren de aterrizaje principal pudieran haberse comprimido más allá de su envolvente operacional.

Las consideraciones anteriores conforman, individualmente o en conjunto, una hipótesis probable. No obstante, la evidencia empírica disponible a la investigación no permitió determinar fehacientemente por qué se produjo el *tail strike* con un *pitch angle* inferior al establecido por Boeing.

La figura 23 resume la secuencia de eventos durante la aproximación y aterrizaje que resultaron en el *tail strike*.

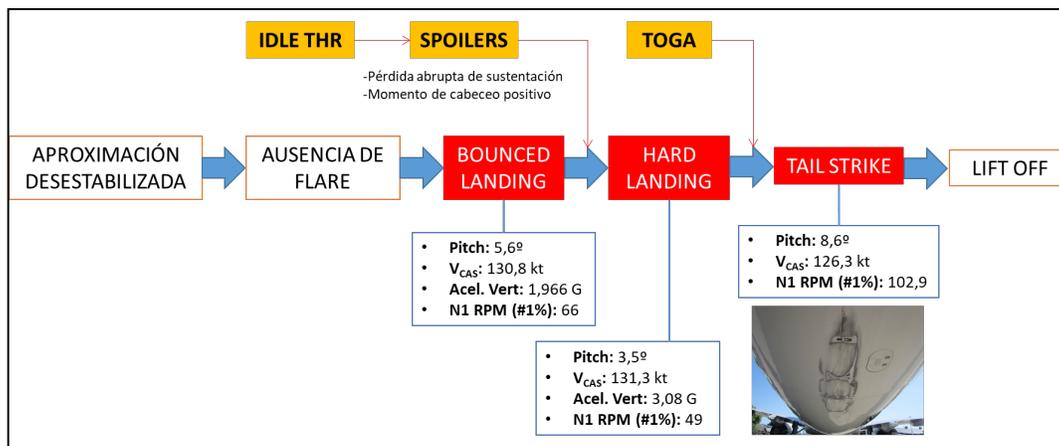


Figura 23. Secuencia de eventos durante la aproximación y el aterrizaje

### El desempeño operativo de la tripulación

Normas y procedimientos han sido promulgados para cumplirse, y sobre el particular no hay lugar para debate. No obstante, es oportuno enfatizar que el análisis descontextualizado del desempeño operativo, tomado como referencia excluyente el frío marco de referencia de normas y procedimientos, puede proporcionar descripciones y juicios de valor, pero jamás explicaciones. Además, puede llevar a propuestas de mitigación de escasa efectividad.

Durante la aproximación del AR1672 a la pista 29 de Bariloche, algunos valores de parámetros excedieron los fijados para aproximaciones estabilizadas, pero no todos. Según la lectura del FDR, uno de los parámetros básicos para la tarea de pilotaje, la velocidad, se mantuvo dentro de los parámetros establecidos para una aproximación estabilizada, o muy cercano a ello. La misma consideración es aplicable al otro parámetro básico para la tarea de pilotaje, la actitud (*pitch angle*) de la aeronave. Los desfasajes en la altura de la aeronave sobre puntos especificados de la aproximación eran menores: 250 pies a 2.4 millas náuticas del punto de toque. De hecho, este desfasaje se había reducido a 50 pies a 1.4 millas náuticas del punto de toque.

Bajo una perspectiva operativa, estos son todos desfasajes que ciertamente deben despertar en una tripulación la necesidad de adoptar medidas correctivas, pero difícilmente urgencia de adoptar alternativas drásticamente diferentes a la acción en curso. El único parámetro cuyo valor excedió en un valor porcentualmente

significativo al establecido para una aproximación estabilizada fue el régimen de descenso, que es un parámetro de tercera consideración en la tarea de pilotaje, luego de velocidad y actitud.

En cuanto a la gestión del *bounced landing* y subsiguiente *tail strike*, recordar la probabilidad que los *spoilers* puedan activarse de manera automática cuando la aeronave está en el aire –salvo en el caso de una manifiesta falla del sistema explícitamente obvia a la tripulación de vuelo– no resulta de una asociación evidente ni intuitiva, aun conociendo las condiciones para la activación automática. La asociación intuitiva, basada en el conocimiento de las condiciones para la activación automática de los *spoilers*, será para la situación de aeronave en tierra. En situaciones que no sean de aeronave en tierra, será necesario pensar sobre la posibilidad de la activación automática de los *spoilers*.

Esto se debe a que información de esta naturaleza está almacenada en lo que se conoce como memoria de largo plazo (*Long-Term Memory* o LTM), donde se almacena información que no se usa de manera frecuente y que, cuando se debe usar, es necesario primero encontrar donde está guardada en el “almacén”. Obviamente, esta búsqueda insume tiempo. No es información que se conserva en lo que se conoce como memoria de corto plazo (*Short-Term Memory* o STM) que es la información que se usa frecuentemente y que gobierna el accionar mecánico, instantáneo o sin pensar de las personas. Mientras que recuperar información almacenada en la STM es algo inmediato e instintivo, recuperar información almacenada en la LTM insume tiempo.

Es altamente improbable, sino imposible, que la tripulación del AR1672 pudiese “rescatar” –en tiempo y en forma– la información almacenada en la LTM –escasamente usada– que, como consecuencia de un primer toque con empuje y el subsiguiente rebote, los amortiguadores del tren de aterrizaje pudiesen estar comprimidos, que las ruedas pudiesen estar rotando a más de 60 nudos, y que por lo tanto la reducción de empuje a idle pudiese desplegar automáticamente los *spoilers*. Esto es particularmente así considerando la presión temporal y la carga de trabajo bajo la cual la tripulación estaba operando durante la secuencia de intento de aterrizaje. La única solución para estas situaciones es la transferencia de la información de la LTM a la STM, transferencia que se logra por medio de la capacitación repetitiva y reiterativa sobre el tema.

Por lo antedicho, debe ser motivo de consideración en la definición de los contenidos de la instrucción de las tripulaciones de vuelo que conocimientos de esta naturaleza sean explícitamente presentados a las tripulaciones de vuelo durante las sesiones de capacitación inicial y reiterados puntualmente en las sesiones de capacitación periódica.

La conclusión del análisis del desempeño operativo de la tripulación del AR1672 en el incidente durante la aproximación e intento de aterrizaje en la pista 29 de Bariloche reitera que hubo un desfase entre el desempeño operativo demostrado con respecto al desempeño operativo esperado, pero hubo también razones que explican y ayudan a entender –sin justificar– el desfase.

#### *Conclusiones del análisis técnico-operativo*

La evidencia técnico-operativa obtenida por la investigación sugiere dos alternativas como explicación del *tail strike* del AR1672 en Bariloche: que el *tail strike* haya sido consecuencia de la aproximación desestabilizada, o que haya sido resultado del ARC y del *bounced landing*.

El análisis de la evidencia en esta sección no permite conclusiones excluyentes en un sentido u otro que no estén basadas en suposiciones sustentables. Así, sería una suposición sustentable que si el primer toque hubiese ocurrido con el empuje en idle, los *spoilers* se hubieran extendido durante el toque, la aeronave hubiera permanecido en tierra, no se hubiese iniciado el *go-around*, y el *tail strike* no hubiese ocurrido. Sería también suposición sustentable que, de no haberse reducido el empuje a idle cuando la aeronave estaba en el aire luego del *bounced landing*, los *spoilers* no se habrían extendido y no habría ocurrido el *hard landing*, y tampoco el *tail strike*, y así sucesivamente.

El abanico de suposiciones es tan amplio como poco conducente, porque no permite afirmar ni descartar de manera fehaciente que el *tail strike* haya sido consecuencia de la aproximación desestabilizada, o que haya sido resultado del ARC y *bounced landing*.

Por lo tanto, basado en la evidencia factual y su análisis contextual, la conclusión más sustentable es que el *tail strike* del AR1672 en Bariloche haya sido consecuencia de una cadena de eventos que incluyen la aproximación desestabilizada, el ARC y el *bounced landing*, que culminó con el *tail strike*, y que se combinaron sin que mediasen factores intermedios que quebrasen la cadena.

### 2.3 Aspectos institucionales

El operador tiene un sistema de capacitación de tripulaciones de vuelo que incorpora los requerimientos de un sistema de entrenamiento de línea aérea contemporáneo. Como parte de este sistema, la empresa lleva a cabo capacitación periódica de tripulaciones, verificación recurrente de competencias, e inspecciones de tripulaciones durante las operaciones de vuelo.

Aerolíneas Argentinas tiene asimismo una estructura formal de seguridad operacional para el seguimiento y detección temprana de potenciales cuestiones que pudiesen afectar la seguridad operacional durante la entrega de sus servicios, incluyendo un programa de análisis de datos de vuelo. La estructura formal de seguridad operacional de la empresa incorpora los requerimientos y las mejores prácticas contemporáneas de la industria.

Como la inmensa mayoría de las líneas aéreas, dicha empresa basa la supervisión de las tripulaciones de vuelo en inspecciones puntuales y preanunciadas (inspecciones de simulador, inspecciones de vuelo, etc.). En este sentido, el operador satisface los requerimientos de la OACI transpuestas al ámbito nacional en las RAAC por la ANAC. El cumplimiento con las RAAC es el marco de referencia utilizado por esta línea aérea (y todas las líneas aéreas de la Argentina) para la capacitación de sus tripulaciones de vuelo. Este marco de referencia es el que impone la supervisión de las tripulaciones de vuelo antes mencionada.

La supervisión presencial y preanunciada del desempeño operativo de las tripulaciones de vuelo ha sido el bastión tradicional para la verificación de competencia (y por ende del desempeño) de las tripulaciones de vuelo. Esta perspectiva asume que las conductas operativas bajo condiciones de supervisión son idénticas a las conductas operativas cuando no están bajo supervisión.

Hay amplia evidencia que reniega esta perspectiva, por lo cual hay un número –en constante aumento– de líneas aéreas que han complementado el sistema establecido de supervisión presencial del desempeño operativo de las tripulaciones de vuelo con programas de captura de desempeño operativo bajo condiciones de no supervisión. Uno de estos programas es conocido como *Line Operations Safety Audit* (LOSA) y ha sido adoptado a la fecha por 77 líneas aéreas, entre ellas empresas líderes.

LOSA es un programa voluntario y no forma parte del andamiaje normativo de la OACI ni de las RAAC: las líneas aéreas no están bajo ninguna exigencia normativa al respecto. LOSA es una herramienta de colección de información de sumo valor para el SMS de una línea aérea. LOSA es el “socio” de FOQA en la generación de información complementaria a la del programa FOQA: mientras que FOQA genera información sobre qué pasó, LOSA genera información sobre por qué pasó.

LOSA apunta a capturar información sobre contexto y procedimientos. La experiencia compartida de las 77 líneas aéreas que han implementado LOSA a la fecha es que, como integrante del andamiaje de seguridad operacional, LOSA aporta contexto operativo al panorama presentado FOQA y por la supervisión presencial del desempeño operativo de las tripulaciones de vuelo, ayudando a dimensionar eventuales diferencias entre “teoría y práctica”, a identificar y entender las razones contextuales por la diferencia, y finalmente a cerrar la brecha.

La OACI ha publicado la guía básica que contiene las pautas para la implementación de LOSA por parte de las líneas aéreas en Documento 9803, Manual LOSA. La información disponible a la investigación indica que la empresa propietaria no tiene establecido un programa LOSA de acuerdo a las pautas establecidas por el Documento 9803.

La captura –de manera estructurada– de la información por LOSA está guiada por un modelo conocido como Modelo de Gestión de Amenazas y Errores (*Threat and Error Management* o TEM). El uso de un modelo formal se debe a la necesidad de un criterio explícito para capturar información específica que sea de utilidad posterior para la gestión de la seguridad operacional bajo SMS.

TEM es además un programa de instrucción para tripulaciones de líneas aéreas, y su objetivo es proporcionar pautas a las tripulaciones para la gestión de errores

operativos que resulten de la complejidad de las operaciones y que puedan llevar a estados indeseados de la aeronave, que a su vez deben ser gestionados por la tripulación.

La OACI define estado indeseado de la aeronave (UAS) como "estados de la aeronave inducidos por la tripulación de vuelo, durante los cuales márgenes de seguridad inherentes a la operación se ven reducidos". Una aproximación desestabilizada, un ARC, un *bounced landing* son ejemplos de UAS.

La capacitación en forma inicial y periódica en TEM es un estándar de la OACI, consagrado en el Anexo 6, Operación de aeronaves –Parte I– Transporte Aéreo Comercial Internacional, Aviones, en el capítulo 9. El material guía de apoyo para la implementación de este se encuentra en el Documento 9868, Procedimientos para los Servicios de Navegación Aérea – Instrucción, y el Manual LOSA.

La revisión del capítulo 19 del MIV de del operador, que describe en detalle el curriculum de la capacitación en CRM y Factores Humanos, permitió establecer que este imparte instrucción en TEM para las tripulaciones de vuelo como parte de los currículos de capacitación inicial y recurrente. No obstante, el grado de detalle del capítulo 19 del MIV, el nivel de simetría entre la instrucción TEM brindada por la empresa y el material de guía de la OACI contenido en los Documentos 9868 y 9803 no resulta evidente.

La ANAC ha transpuesto los estándares emanados de la OACI –a través de diversos Anexos– referidos a instrucción en Factores Humanos de la OACI por medio de la Disposición 37/97, Directiva de adiestramiento en "factores humanos" (FH) y "gerenciamiento de los recursos humanos en las operaciones aeronáuticas" ("CRM"), vigente desde el 7 de abril de 1997. La Disposición 37/97 contiene las pautas rectoras para la instrucción en Factores Humanos en el sistema aeronáutico de la Argentina.

El análisis de la Disposición 37/97 refleja una adecuada sintonía con los contenidos de factores humanos en el momento de su publicación, pero permite observar desfasajes que son resultado de su falta de actualización desde la publicación original. Entre estos desfasajes se encuentra la ausencia de referencias a TEM y su naturaleza como estándar de instrucción para las líneas aéreas que entregan servicios internacionales.

### 3. CONCLUSIONES

#### 3.1 Conclusiones referidas a factores relacionados con el incidente

- ✓ Durante el vuelo, la aproximación y el intento de aterrizaje que culminó en el incidente, el comandante cumplía la función de PF mientras que el primer oficial la función de PM.
- ✓ El vuelo transcurrió sin inconvenientes desde su despegue de Aeroparque hasta el inicio del tramo final de la aproximación a la pista 29 de Bariloche.
- ✓ EL PF ejecutó la aproximación a la pista 29 de Bariloche de forma manual, apoyado en el ILS y el PAPI de la pista 29.
- ✓ A 5,8 km de distancia del punto de toque de la pista 29, la aeronave se encontraba con 500 pies por encima de la altura de referencia establecida por la senda de planeo de 3º para aproximación visual a pista 29.
- ✓ Al cruzar 1000 pies de altura, la aeronave se encontraba 250 pies por encima de la altura de referencia establecida por la senda de planeo de 3º para aproximación visual a pista 29.
- ✓ El régimen de descenso de la aeronave excedió 1000 pies por minuto por debajo de 1000 pies sobre la TDZE, y alcanzó un pico de 1608 pies por minuto aproximando a 500 pies sobre la TDZE.
- ✓ EL control de velocidad estuvo dentro de los valores de aproximación estabilizada.
- ✓ El CVR no registró callouts de aproximación estabilizada o desestabilizada por la tripulación a los 1000 pies sobre la TDZE.
- ✓ El CVR no registró callouts asociados a desviaciones en los valores de aproximación estabilizada por la tripulación.
- ✓ La primera toma de contacto de la aeronave, con empuje superior a idle y sin transición entre el régimen de aproximación y el de aterrizaje, resultó en un ARC que provocó un *bounced landing* hasta una altura de 4 pies sobre la pista.
- ✓ La extensión de los *spoilers*, luego de la reducción de empuje a idle, probablemente se debió a la compresión de un amortiguador del tren de aterrizaje y/o la rotación de las ruedas a velocidad superior a 60 nudos, producto del primer toque.

- ✓ Durante el rebote y con la aeronave en el aire, la reducción de empuje a idle produjo la extensión de los spoilers y consecuente pérdida abrupta de sustentación, ocasionando el segundo toque de la aeronave con la superficie de la pista, con una aceleración vertical de 3,08 g, derivando en un *hard landing*.
- ✓ Tras el *hard landing* la aeronave permaneció en la superficie de la pista.
- ✓ La asociación por parte de la tripulación de vuelo de la posibilidad de la activación automática de los spoilers como resultado de la reducción del empuje de los motores a idle con la condición de aeronave en el aire luego de un rebote con empuje de motores superior a idle, no es intuitiva.
- ✓ La información provista por Boeing en el FCTM sobre posibilidad de la activación automática de los spoilers como resultado de la reducción del empuje de los motores a idle con la condición de aeronave en el aire luego de un rebote con empuje de motores superior a idle es explícita en cuanto a la probabilidad de ocurrencia, pero no a las razones por la que puede ocurrir.
- ✓ Con la aeronave en la superficie de la pista, el momento de cabeceo positivo producto del despliegue de los spoilers, sumado a la rotación para iniciar la maniobra de go-around, provocó el contacto de la zona ventral trasera del fuselaje con la superficie de la pista.
- ✓ El contacto de la cola de la aeronave con la superficie se produjo con un ángulo de cabeceo de 8,6°, que es inferior al de 9,2°, que de acuerdo con la información de Boeing es el ángulo de cabeceo mínimo que puede generar un tail strike.
- ✓ El intervalo de medición del ángulo de cabeceo, y el hecho que debido a la aceleración vertical de 3,08 g durante el segundo toque, los amortiguadores del tren de aterrizaje principal pudieran haberse comprimido más allá de su envolvente operacional son potenciales explicaciones, individualmente o en conjunto, por el tail strike a un valor de ángulo de cabeceo inferior al indicado por Boeing
- ✓ La evidencia empírica disponible a la investigación no permitió determinar fehacientemente por qué se produjo el *tail strike* a un ángulo de cabeceo inferior al establecido por Boeing.
- ✓ La evidencia empírica disponible a la investigación no permitió conclusiones excluyentes en cuanto a que el *tail strike* haya sido consecuencia de la aproximación desestabilizada, o que haya sido resultado del ARC y del *bounced landing*.

- ✓ El análisis contextual de la evidencia apoya como la conclusión más sustentable que el *tail strike* del AR1672 en Bariloche fue consecuencia de una cadena de eventos que incluyen la aproximación desestabilizada, el ARC y el *bounced landing*, que culminó con el *tail strike*, y que se combinaron sin que mediasen factores intermedios que quebrasen la cadena.
- ✓ El desempeño operativo de la tripulación de vuelo reflejó desfasajes con respecto a las expectativas institucionales plasmadas en los SOP.
- ✓ El análisis de las circunstancias del suceso explica –sin justificar– el desfasaje entre el desempeño operativo de la tripulación con respecto a las expectativas institucionales plasmadas en los SOP.

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

- ✓ El operador no cuenta, como parte de su SMS, con un programa LOSA de captura de desempeño operativo de las tripulaciones de vuelo bajo condiciones de no supervisión, de acuerdo con las pautas del Documento 9803, Manual LOSA.
- ✓ El grado de detalle del MIV del operador no permite establecer la simetría de los contenidos de la instrucción en TEM para las tripulaciones de vuelo con respecto a las pautas de orientación sobre el tema proporcionadas por la OACI.
- ✓ La Disposición 37/97 de la ANAC, que contiene las pautas rectoras para la instrucción en Factores Humanos en el sistema aeronáutico de la Argentina, no ha sido actualizada desde su publicación original en 1997, para contemplar avances sobre el tema producto de la experiencia de la industria aeronáutica.
- ✓ Una consulta de la JIAAC a Boeing solicitando información ampliatoria para fundamentar y difundir el motivo por el cual el *tail strike* del AR1672 se produjo con un *pitch angle* inferior al valor indicado en la documentación de referencia no generó información adicional debido a la ausencia de sucesos similares en el sistema de archivo del fabricante.

## 4. RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD OPERACIONAL

### 4.1 A Aerolíneas Argentinas S.A.

- **RSO 1722**

La asociación de la posibilidad de la activación automática de los spoilers como resultado de la reducción del empuje de los motores a idle con la condición de aeronave en el aire luego de un rebote con empuje de motores superior a idle no es intuitiva. La información provista por Boeing en el FCTM es explícita en cuanto a la posibilidad de la activación automática de los spoilers, pero no a las razones por la misma. Por ello se recomienda:

- *Incluir, en las sesiones de entrenamiento recurrente, información a las tripulaciones de vuelo que resalte puntualmente la posibilidad de la activación automática de los spoilers como resultado de la reducción del empuje de los motores a idle con la condición de aeronave en el aire luego de un rebote con empuje de motores superior a idle y las razones por la misma.*

- **RSO 1723**

El simulador de vuelo es una de las herramientas más valiosas con que cuenta una línea aérea para desarrollar aptitudes y conocimientos aplicados en las tripulaciones de vuelo. Por ello se recomienda:

- *Diseñar un escenario de instrucción que replique las condiciones bajo las cuales se produjo el incidente de activación automática de los spoilers objeto de esta investigación, o condiciones similares, e incluirlo en sesiones de entrenamiento recurrente.*

- **RSO 1724**

La combinación de determinadas condiciones particulares de estado de sistemas de la aeronave y de pista puede llevar a un tail strike por debajo del valor mínimo ángulo

de cabeceo establecido por Boeing durante la certificación el B737-800. Por ello se recomienda:

- *Difundir una advertencia a las tripulaciones de vuelo sobre la posibilidad de un tail strike por debajo del valor mínimo establecido por Boeing y las razones por tal posibilidad.*

- **RSO 1725**

La información generada por programas de captura de desempeño operativo bajo condiciones de no supervisión es un valioso complemento al programa FOQA y a las actividades de supervisión presencial del desempeño operativo de las tripulaciones de vuelo, porque ayuda a dimensionar diferencias entre el cumplimiento normativo y la performance real de las operaciones, a identificar y entender las razones contextuales por las diferencias, y finalmente a cerrar la brecha. Por ello se recomienda:

- *Implementar a la brevedad, como parte del sistema de gestión de seguridad operacional (SMS), el programa LOSA en complemento al programa FOQA, enfocado a las operaciones de vuelo de cabotaje, observando las pautas contenidas en el Documento 9803, Manual LOSA.*

- **RSO 1726**

El grado de detalle del MIV de Aerolíneas Argentinas no permite establecer la simetría de los contenidos de la instrucción en TEM para las tripulaciones de vuelo con respecto a las pautas de orientación sobre el tema proporcionadas por la OACI. Por ello se recomienda:

- *Revisar, y de ser necesario, enmendar los contenidos de la capacitación TEM para tripulaciones de vuelo para asegurar la simetría de los contenidos con el material de guía de implementación de la OACI contenido en los Documentos 9868 y 9803.*

## 4.2 A la Administración Nacional de Aviación Civil (ANAC)

- **RSO 1727**

La Disposición 37/97 de la ANAC, que contiene las pautas rectoras para la instrucción en Factores Humanos en el sistema aeronáutico de la Argentina, no ha sido actualizada desde su publicación original en 1997, para contemplar avances sobre el tema producto de la experiencia de la industria aeronáutica. Por ello se recomienda:

- *Enmendar los contenidos de la Disposición 37/97 para contemplar avances sobre el tema producto de la experiencia de la industria aeronáutica. La enmienda debe incluir, sin estar limitada a, referencia a la obligatoriedad de la instrucción en TEM para las tripulaciones de líneas aéreas que entregan servicios internacionales.*

## 5. ANEXOS

### Transcripción de CVR

1:43:12	PM	Final corta, Argentina 1672
1:43:14	TWR BRC	Argentina 1672 autorizado a aterrizar en pista 29, viento calmo
1:43:19	PM	Autorizado a aterrizar 29, Argentina 1672
1:43:22	PM	Calmo dice que está abajo, como acá que no marca nada
1:43:24	PF	Bueno
1:43:26	PM	Todo cumplido [ <i>nombre</i> ]
1:43:29	PF	Gracias
1:43:30	PM	Le avise atrás a las chicas también
1:43:36	PF	Reseteamos flight directors
1:43:37	PM	Como no... RESET
1:43:41	PF	(Audio no relevante)
1:43:43	PM	(Audio no relevante)
1:43:47	PF	(Audio no relevante)
1:43:48	PM	(Audio no relevante)
1:43:54	CALLOUT AUTOMÁTICO: ONE THOUSAND	
1:43:55	PM	Hay un par de pájaros
1:43:56	PF	1000
1:43:57	PM	1000 pies
1:43:59	PM	Grandecitos che
1:44:05	PM	Le falta una luz al PAPI... me parece ¿no?
1:44:18	CALLOUT AUTOMÁTICO: FIVE HUNDRED	
1:44:19	PM	500
1:44:20	PF	Check
1:44:20	PM	(Indescifrable)
1:44:27	CALLOUT AUTOMÁTICO: APPROACHING MINIMUMS	
1:44:28	PM	(Indescifrable)
1:44:29	PF	Check
1:44:30	PM	Muy bien, autorizados
1:44:36	CALLOUT AUTOMÁTICO: MINIMUMS	
1:44:37	PF	Landing
1:44:39	PM	Ok
1:44:46	CALLOUT AUTOMÁTICO: ONE HUNDRED	
1:44:49	CALLOUT AUTOMÁTICO: FIFTY	
1:44:50	CALLOUT AUTOMÁTICO: THIRTY	
1:44:51	CALLOUT AUTOMÁTICO: TWENTY	

1:44:52	CALLOUT AUTOMÁTICO: TEN	
1:44:52	[Se escucha un fuerte ruido simultáneamente con la alarma de configuración de la aeronave]	
1:44:55	PM	Speedbrake UP
1:44:56	[Se escucha un fuerte ruido seguido de la alarma de configuración de la aeronave]	
1:44:59	PF	Escape, escape, escape
1:44:59	PM	Escape
1:45:00	PF	Sí
1:45:03	PF	Landing gear UP
1:45:03	PM	Muy bien
1:45:04	PM	Flap
1:45:05	PF	Landing gear UP, flap 15
1:45:09	PF	<i>(Audio no relevante)</i>
1:45:11	PM	Efectuó escape, 1672
1:45:14	PM	Guarda la velocidad
1:45:15	PF	Sí
1:45:17	TWR BRC	Argentina 1672 mantenga rumbo eje de pista y cuando listo... confirme intenciones
1:45:22	PF	Ok
1:45:23	PM	Altitud, ¿Cuánto querés?
1:45:24	PF	No, 3000 para un nuevo cir... un poquito más 6



República Argentina - Poder Ejecutivo Nacional  
2019 - Año de la Exportación

**Hoja Adicional de Firmas**  
**Informe gráfico**

**Número:**

**Referencia:** LV-FUA - Informe de Seguridad Operacional

---

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 55 pagina/s.