



# JIAAC

Junta de Investigación de  
Accidentes de Aviación Civil

## Informe Final

---

### LV-CKZ

---



Presidencia  
de la Nación



Ministerio del  
Interior y Transporte  
Presidencia de la Nación



Transporte Público

## ADVERTENCIA

Este Informe refleja las conclusiones y recomendaciones de la Junta de Investigación de Accidentes de Aviación Civil (JIAAC) con relación a los hechos y circunstancias en que se produjo el accidente objeto de la investigación.

De conformidad con el Anexo 13 (*Investigación de accidentes e incidentes*) al Convenio sobre Aviación Civil Internacional, ratificado por Ley 13.891, y con el Artículo 185 del Código Aeronáutico (Ley 17.285), la investigación del accidente tiene un carácter estrictamente técnico, y las conclusiones no deben generar presunción de culpa ni responsabilidad administrativa, civil o penal.

La 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 en relación al accidente.

## Nota de introducción

La Junta de Investigación de Accidentes de Aviación Civil (JIAAC) ha adoptado el método sistémico como pauta para el análisis de accidentes e incidentes.

El método 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 método 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 **factores desencadenantes o inmediatos** del evento. Constituyen el punto de partida de la investigación, y son analizados con referencia a las defensas del sistema aeronáutico así como a otros factores, en muchos casos alejados en tiempo y espacio, del momento preciso de desencadenamiento del evento.
- Las **defensas** del sistema aeronáutico detectan, contienen y ayudan a recuperar las consecuencias de las acciones u omisiones del personal operativo de primera línea y las fallas técnicas. Las defensas se agrupan bajo tres entidades genéricas: tecnología, reglamentos (incluyendo procedimientos) y entrenamiento. Cuando las defensas funcionan, interrumpen la secuencia causal. Cuando las defensas no funcionan, contribuyen a la secuencia causal del accidente.
- 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 método sistémico, y tiene el objetivo de identificar los factores desencadenantes, las fallas 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.

# INFORME FINAL: EXPEDIENTE N°758/2013

**ACCIDENTE OCURRIDO EN:** Aeropuerto Internacional Ministro Pistarini; Ezeiza, provincia de Buenos Aires, Argentina.

**FECHA:** 15 de noviembre del 2013.

**HORA<sup>1</sup>:** 08:45 UTC.

**AERONAVE, Marca y modelo:**  
Avión Embraer ERJ 190 100-IGW.

**PROPIETARIO:** Empresa de Transporte  
Aero comercial Regular Nacional e  
Internacional

**PILOTO AL MANDO:** Titular de licencia de  
Piloto de Transporte de Línea Aérea de  
Avión (TLA).

**MATRÍCULA:** LV-CKZ.

**PRIMER OFICIAL:** Titular de licencia de  
Piloto de Transporte de Línea Aérea de  
Avión (TLA).

---

<sup>1</sup> Nota: Todas las horas están expresadas en Tiempo Universal Coordinado (UTC) que para el lugar del accidente corresponde al huso horario – 3.



# Acrónimos

## A

ACAS: Airborne Collision Avoidance System  
AD: Aeródromo  
AFM: Aircraft flight manual  
ANAC: Administración Nacional de Aviación Civil  
AP: Autopilot  
AT: Auto throttle  
ATC: Air Traffic Control

## C

CG: Center of Gravity  
CMA: Certificación médica aeronáutica  
CTA: Control de tránsito aéreo  
CVR: Cockpit Voice Recorder

## D

DA: Decision Altitude  
DH: Decision Height  
DME: Distance Measuring Equipment  
DUI: Datos desde última inspección

## F

FCST: Forecast  
FD: Flight director  
FDR: Flight Data Recorder  
FT: Feet

## H

HPA: Hectopascales

## I

IAC: Instrument Approach Chart  
ILS: Instrumental Landing System  
IMC: Instrumental Meteorological Condition

## J

JIAAC: Junta de Investigación de Accidentes de  
Aviación Civil

## K

KG: Kilogramos  
KT: Knots

## L

LB: Libras  
LOC: Localizador

## M

MAC: Mean Aerodynamic Chord  
MAP: Missed Approach Point  
MDA: Minimum Descent Altitude  
MDH: Minimum Descent Height  
METAR: Aviation Routine Weather Report

## N

NDB: Non-Directional Beacon  
NM: Nautical Mile

## P

PAPI: Precision Approach Path Indicator  
PAX: Passenger  
PEN: Poder Ejecutivo Nacional  
PF: Pilot flying  
PFD: Primary Flight Display  
PM: Pilot monitor  
PNF: Pilot non flying  
PRONAREA: Pronóstico de área

## R

RAAC: Regulaciones Argentinas de Aviación  
Civil

## S

SEI: Servicio Extinción de Incendios  
S/N: Serial Number  
SOIA: Simultaneous Offset Instrument Approach  
SOP: Standard Operational Procedures  
SOPM: Standard Operational Procedures  
Manual  
SPECI: Aviation Selected Special Weather  
Report

## T

TAF: Terminal Aviation Forecast  
TG: Total general  
TLA: Transporte Línea Aérea de Aviación  
TOF: Take off fuel  
TOW: Takeoff weight  
TV: Tiempo de vuelo  
TWR: Aerodrome tower

## U

UTC: Universal Time Coordinated

## V

VMC: Visual Meteorological Conditions  
VOR: VHF Omni Range  
 $V_{REF}$ : Reference Landing Approach Speed

## Z

ZFW: Zero Fuel Weight

## |

## 1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS

### 1.1 Reseña del vuelo

- 1.1.1 El 14 de noviembre de 2013 la aeronave matrícula LV-CKZ despegó del Aeropuerto Internacional Ministro Pistarini (SAEZ) en Ezeiza, provincia de Buenos Aires, Argentina, aproximadamente a las 22:00 hora local (01:00 UTC), para realizar el vuelo AU 2254 al Aeropuerto Internacional Tom Jobim (SBGL), Río de Janeiro, Brasil, con 5 tripulantes y 96 pasajeros. El vuelo AU 2254 se cumplió sin novedades. A inmediata continuación, la aeronave emprendió el regreso como vuelo AU 2255 a SAEZ, con el Aeropuerto Internacional Córdoba (SACO) como alternativa.
- 1.1.2 El vuelo SBGL/SAEZ fue despachado con un pronóstico de aeródromo (METAR, TAF) de SAEZ que indicaba condiciones meteorológicas post frontales para la hora prevista de arribo del AU 2255. La ruta prevista para el vuelo estaba afectada por el pasaje del frente frío, con nubosidad vertical de importante desarrollo.
- 1.1.3 Luego de sobrevolar la posición Monte Caseros (MCS), AU 2255 se desvió de la ruta planificada hacia Montevideo (SUMU), ya que una línea de inestabilidad abarcaba las provincias de Santa Fe y Córdoba, encontrándose ambas bajo la influencia de actividad convectiva.
- 1.1.4 La información meteorológica (METAR) de las 08:00 UTC para SAEZ indicaba viento calmo, lluvia y 9 Km de visibilidad. Al recibir esta información, la tripulación del AU 2255 decidió continuar al destino planificado (SAEZ), donde fue autorizado a realizar el procedimiento de aproximación instrumental de precisión IAC N° 2 VOR DME-ILS DME pista 11, desde la vertical del VOR EZE.
- 1.1.5 El procedimiento se realizó sin inconvenientes y sobre el punto final de aproximación (FAF, 4 NM la cabecera de pista 11), AU 2255 fue autorizado para aterrizar e informado que las condiciones de viento en la pista eran de 240°/04 kt.
- 1.1.6 Posterior a esta comunicación, y durante los últimos dos minutos del vuelo, las condiciones del viento cambiaron significativa y repentinamente.
- 1.1.7 De acuerdo con un el informe especial (*SPECI*) emitido por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) a las 08:46 UTC (un minuto luego del accidente), el viento incrementó a 250°/20 kt. con ráfagas de 34 kt. También incrementó la intensidad de la lluvia, con la consecuente disminución de visibilidad horizontal. La torre de control de Ezeiza no pasó la información meteorológica actualizada – ni en cuanto al viento ni a la condición de la pista – a la tripulación del AU 2255.

- 1.1.8 La aeronave aterrizó a las 08:45 UTC y no pudo ser detenida dentro de los límites de la pista 11, experimentando una salida de pista (*runway excursion*) por el extremo opuesto la pista 11 (cabecera 29), impactando contra la antena del localizador del ILS que se encuentra a 250 m del umbral de la cabecera 29.
- 1.1.9 La aeronave fue evacuada por las puertas traseras de ambos lados y los pasajeros no sufrieron lesiones.
- 1.1.10 El accidente ocurrió de noche, y en condiciones meteorológicas desfavorables.

## 1.2 Lesiones a las personas

| Lesiones        | Tripulación | Pasajeros | Otros |
|-----------------|-------------|-----------|-------|
| <b>Mortales</b> | --          | --        | --    |
| <b>Graves</b>   | --          | --        | --    |
| <b>Leves</b>    | --          | --        | --    |
| <b>Ninguna</b>  | 5           | 96        | --    |

## 1.3 Daños a la aeronave

- 1.3.1 La célula tuvo daños de importancia por deformación en la parte inferior del fuselaje, daños por hundimiento en dos lugares y daños en el radome. Se produjo también rotura de tres tubos pitot y dos sensores de temperatura, todos por impacto con los soportes y antenas del localizador del ILS.
- 1.3.2 Tren de aterrizaje de nariz sufrió la destrucción de ambas cubiertas.
- 1.3.3 Los motores no sufrieron daños.

## 1.4 Otros daños

Hubo daños de importancia en dos antenas del conjunto de antenas del localizador del ILS, producto del impacto de la aeronave posterior a la excursión de pista (figura 1).



Figura 1. Posición de la aeronave luego de la excursión de pista

## 1.5 Información sobre las personas

### 1.5.1 Comandante

- Sexo masculino
- Edad 39 años
- Nacionalidad argentina
- Licencia Transporte Línea Aérea (TLA) No. 56111
- Habilitaciones
- Embraer ERJ 190 (E190)
- McDonnell Douglas MD81/ MD83
- McDonnell Douglas MD88
- Nivel de inglés 5, válido hasta 31 de marzo del 2014
- Psicofísico Clase I, válido hasta 31 de marzo del 2014
- Exigencias cumplimentadas durante 2013
- Control de eficiencia en ruta
- Instrucción periódica en simulador ERJ 190 e instrucción periódica ERJ 190 de acuerdo con la RAAC 121, Sub parte N
- Experiencia en horas de vuelo

|                   | <b>General</b> | <b>A/N tipo</b> |
|-------------------|----------------|-----------------|
| Total general     | 7150:00        | 1690:25         |
| Últimos 90 días   | 144:40         |                 |
| Últimos 30 días   | 45:51          |                 |
| Últimos 24 horas  | 04:20          |                 |
| Día del accidente | 07:16          |                 |

En el momento del accidente, el comandante estaba cumpliendo las tareas del piloto de apoyo (PM o Pilot Monitoring)

### 1.5.2 Copiloto /Primer Oficial

- Sexo masculino
- Edad 47 años
- Nacionalidad argentina
- Licencia Transporte Línea Aérea (TLA) No. 48612
- Habilitaciones
- Copiloto MD 81/MD83
- Copiloto MD88
- Copiloto Embraer ERJ 190 (E190)
- Nivel de inglés 5, válido hasta 30 de marzo del 2017
- Psicofísico clase I, válido hasta 28 de febrero del 2014
- Exigencias cumplimentadas durante 2013
- Instrucción periódica en Simulador ERJ 190 e instrucción periódica ERJ 190 según RAAC 121, Sub parte N.
- Experiencia en horas de vuelo

|                   | General | A/N tipo |
|-------------------|---------|----------|
| Total general     | 5200:00 | 606:32   |
| Últimos 90 días   | 183:38  |          |
| Últimos 30 días   | 59:55   |          |
| Últimos 24 hs     | 03:26   |          |
| Día del accidente | 07:16   |          |

En el momento del accidente, el copiloto/primer oficial estaba efectuando las tareas del piloto que vuela (PF of Pilot Flying)

### 1.5.3 Tripulación de cabina de pasajeros

Los legajos de la tripulación de cabina de pasajeros estaban de acuerdo a las exigencias de los certificados de competencia de tripulante de cabina de pasajeros (RAAC PARTE 64) y de instrucción y calificación del Explotador.

## 1.6 Información sobre la aeronave

**1.6.1** Embraer modelo ERJ 190-100 IGW, número de serie 19000439, 101 plazas, ala baja, empenaje convencional, tren de aterrizaje triciclo retráctil, birreactor (figura 2).



Figura 2. Embraer ERJ 190-100 IGW

### 1.6.2 Célula

- Según los registros de mantenimiento la aeronave estaba equipada y mantenida de conformidad con la reglamentación y procedimientos vigentes aprobados, registrando al momento del suceso un total general (TG) de 6.342 horas, 13 horas desde la última inspección (DUI) y 4.469 ciclos.
- El Certificado de Matrícula fue otorgado por la Administración Nacional de Aviación Civil (ANAC) el 8 de julio de 2011. La aeronave estaba inscrita a nombre de Austral Líneas Aéreas.
- El Certificado de Aeronavegabilidad otorgado por la ANAC el 17 de junio de 2011 sin fecha de vencimiento corresponde a la clasificación estándar categoría Transporte.

### 1.6.3 Motores

- Los motores eran marca General Electric modelo CF34-10E5A1turbofan, con un empuje de 18.820 lb. Los números de serie eran 424146 (motor no.1) y 424147 (motor no. 2).
- El tipo de combustible requerido según lo especificado por el fabricante, y utilizado, era Jet A1. Al momento del accidente la aeronave tenía 3.989 kg de combustible a bordo.

### 1.6.4 Peso y balanceo

Despacho operativo (Loadsheet) Vuelo AU 2255

| Total Traffic Load   | Tripulación/Pasajeros/<br>Carga – 8843 kg |                     |
|----------------------|---|---------------------|
| Dry Operating Weight | 29518 kg                                  |                     |
| Zero Fuel Weight     | 38361 kg                                  | Max. 40900 kg (ADJ) |
| Take Off Fuel        | 11418 kg                                  |                     |
| Take Off Weight      | 49779 kg                                  | Max. 51441 kg (ADJ) |
| Trip Fuel            | 7441 kg                                   |                     |
| Landing Weight       | 42338 kg                                  | Max 44000 kg (ADJ)  |
| Taxi Out Fuel        | 135 kg                                    |                     |

El CG al aterrizaje era 19.41% MAC. En esta posición el CG estaba dentro de los límites prescritos por el AFM.

El valor del peso máximo de despegue se refiere al peso máximo corregido para las condiciones del aeródromo y situación meteorológica (51441 kg).

Por dicho motivos es que difiere del peso máximo de DEP establecido en el AFM (51800 kg).

### 1.6.5 Otros equipos

La aeronave estaba equipada con un sistema de alerta anticollisión ACAS (Airborne Collision Avoidance System).

## 1.7 Información Meteorológica

**1.7.1** El informe meteorológico para SAEZ emitido por el SMN para un minuto después del accidente indicaba viento de los 250°/20 kt con ráfagas de 34 kt; visibilidad 3 km; fenómenos significativos lluvia; nubosidad 1/8 de stratus a 300 m; 3/8 de strato-cumulus a 600 m; 8/8 de nimbo-stratus a 1500 m; temperatura 19°/temperatura punto de rocío 18°; presión a nivel medio del mar 1005 HPA; humedad relativa 94%.

**1.7.2** El Pronóstico de Área (PRONAREA) con validez entre las 04:00 UTC y 16:00 UTC para la zona de SAEZ indicaba “Frente frío línea Laboulaye/ Villa Gesell avanza al NE a 15 kt con nubosidad estratiforme y convectiva embebida con granizo en sectores aislados. Turbulencia moderada en el centro de la región entre 5000 y 14000 ft, y moderada a severa al SW de la región entre los 18000 y 34000 ft.”

### 1.7.3 Pronóstico de Aeródromo (FCST) SAEZ

- Entre las 05:00 UTC y 07:00 UTC – Viento de los 250°/30 kt con ráfagas de 45 kt, tormenta con lluvia, 5/8 de ST a 1000 ft, 6/8 de NS a 4000 ft y 2/8 de CB a 4000.

- Entre las 08:00 UTC y 10:00 UTC – Viento de los 230°/15 kt, más de 10 km de visibilidad y 2/8 de SC a 2500ft
- Reporte meteorológico de aeródromo (METAR) SAEZ de las 0800 UTC – 11002kt 9000 –RA SCT010 BKN070 19/18 Q 1002

**1.7.4** Reporte especial de meteorología (SPECI) 08:46 UTC - Viento de los 250°/20 kt, con ráfagas de 34 nudos; visibilidad 3.000 m; fenómeno significativo: lluvia; nubosidad: 3/8 ST 400 pies 7/8 ST 1.000 pies; Temperatura 19°; temperatura punto de rocío 18°; presión atmosférica 1005.0 HPA.

### 1.7.5 Imágenes satelitales

Las imágenes satelitales del radar meteorológico muestran la presencia del frente frío en concordancia con los pronósticos del área.

## 1.8 Ayudas a la Navegación

**1.8.1** El Aeropuerto Internacional Ministro Pistarini (SAEZ) dispone las ayudas para la navegación que se detallan a continuación.

- NDB LI C 305 KHz H-24 344901S - 058335W 289°MAG/ 1054.5 m (0,6 NM) Pista 11; funciona sin control remoto en la Torre de Control (TWR).
- NDB LO OC 330KHz H-24 344817S - 0583800W 289° MAG/ 7484,5 M (4 NM) Pista 11.
- NDB LI 237 KHz H24 345030S - 0583120W 170° MAG/ 742,2 m (0,4 NM) Pista 35, funciona sin alimentación de emergencia y sin indicación de funcionamiento en TWR.
- NDB LO OA 270 kHz 345325S - 0583022W 171° MAG/ 6340.9 m (3,4 NM) Pista 35, funciona sin alimentación de emergencia y sin funcionamiento en TWR.
- VOR DME EZE 116.5 MHz H-24 344927S - 0583207W 29 m/95 ft 171° MAG 0.9 NM 115° MAG 1750,6 m 0.9 NM Canal 112X (343 km) a pista 11 328° MAG/ 328° MAG / 1578,9 m (0.9 NM) a pista 35.
- ILS/LOC PC 110.1 MHz 344933S - 0563057W H-24 109° MAG/ 1,91 NM Categoría III a Pista 11.

**1.8.2** Las ayudas a la navegación relacionadas con el tipo de aproximación realizada (ILS Categoría I Pista 11) funcionaron en forma estable y sin

interferencias, así como el indicador visual de aproximación (PAPI, Precision Approach Path Indicator) y los sistemas de Iluminación de pista 11.

**1.8.3** La intensidad del brillo las luces de pista y de línea central de la misma fue incrementada momentos previos al accidente, debido a las condiciones de precipitación.

## **1.9 Comunicaciones**

Las comunicaciones entre la tripulación y el control de tránsito aéreo (ATC) durante la aproximación a SAEZ fueron claras y no existen indicios de interpretaciones erróneas en ningún sentido. Las comunicaciones con el ATC quedaron registradas en el registrador de voces de la aeronave (CVR, Cockpit Voice Recorder).

## **1.10 Información sobre el lugar del accidente**

- EZEIZA/Ministro Pistarini (RACE EZE SAEZ) – Aeródromo público controlado internacional; 344920S 0583209W; 22 kilómetros al sud-sudoeste (SSW) de la Ciudad de Buenos Aires; elevación 67ft.
- RWY 11/29 – 10827 ft x 197 ft; asfalto; PCN 82/R/B/W/T – 92/F/C/W/T; Asfalto rígido; Resistencia al terreno de fundación B-(resistencia mediana); Presión de neumático Alta. Evaluación técnica (T) notificada.
- Luego de la excursión de pista, la aeronave se detuvo a 256 metros fuera de la misma, en la prolongación del umbral de la pista 29, y sobre el eje de pista, donde impactó con las antenas del sistema ILS de la pista 11.

## **1.11 Registadores de vuelo**

**1.11.1** La aeronave estaba equipada con registrador de voces de cabina de vuelo (CVR) y registrador de datos de vuelo (FDR). Ambos equipos están integrados en una sola unidad (CVFDR).

**1.11.2** El equipo que se desmontó de la aeronave accidentada fue el de la posición N° 2, marca Universal, número de parte 1605-00-00, número de serie 4404. Se pudieron extraer, con la cooperación del explotador, todos los datos para su análisis.

**1.11.3** Además del análisis de la JIAAC, los datos obtenidos del CVFDR fueron enviados a la fábrica Embraer, a través del Centro de Investigación y Prevención de Accidentes Aeronáuticos (CENIPA) de la República Federativa del Brasil

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

El toque sobre la pista de aterrizaje se produjo a 2148 m del umbral pista 11, quedando un remanente de 1172 m de pista para la detención de la aeronave. Durante su carrera de detención la aeronave traspasó los límites de la pista 29, recorrió 256 m sobre la prolongación del eje de pista, e impactó con el conjunto de

antenas del localizador del ILS, sobrepasándolo 7.5 metros y destrozando tres soportes de antena para luego detenerse. No hubo dispersión de restos (figura 3).

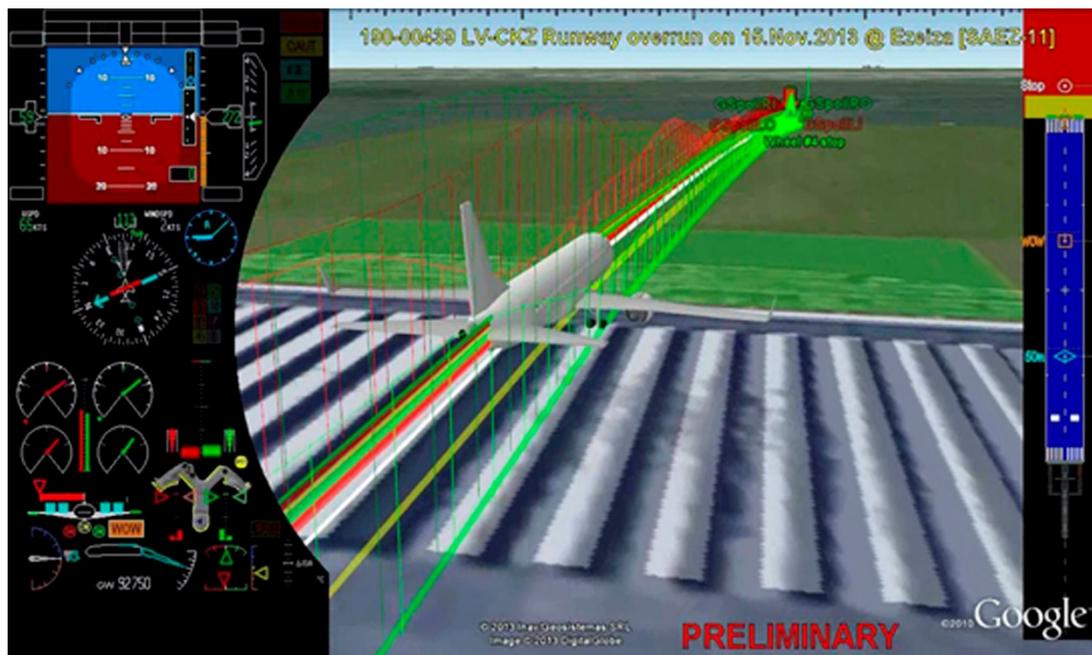


Figura 3. Recreación de la excursión de pista

### 1.13 Información médica y patológica

La investigación no identificó factores médicos que hubieran podido influir en el accidente.

### 1.14 Incendio

No hubo.

### 1.15 Supervivencia

**1.15.1** Una vez detenida la aeronave, la tripulación de vuelo se comunicó con personal de la torre de control, informó sobre el mismo, y requirió de los servicios concurrentes al vuelo. Se activó el plan de emergencia del aeropuerto.

**1.15.2** La evacuación de la aeronave se realizó por las puertas traseras, debido a que ambas puertas delanteras se encontraban obstruidas por las antenas del localizador del ILS.

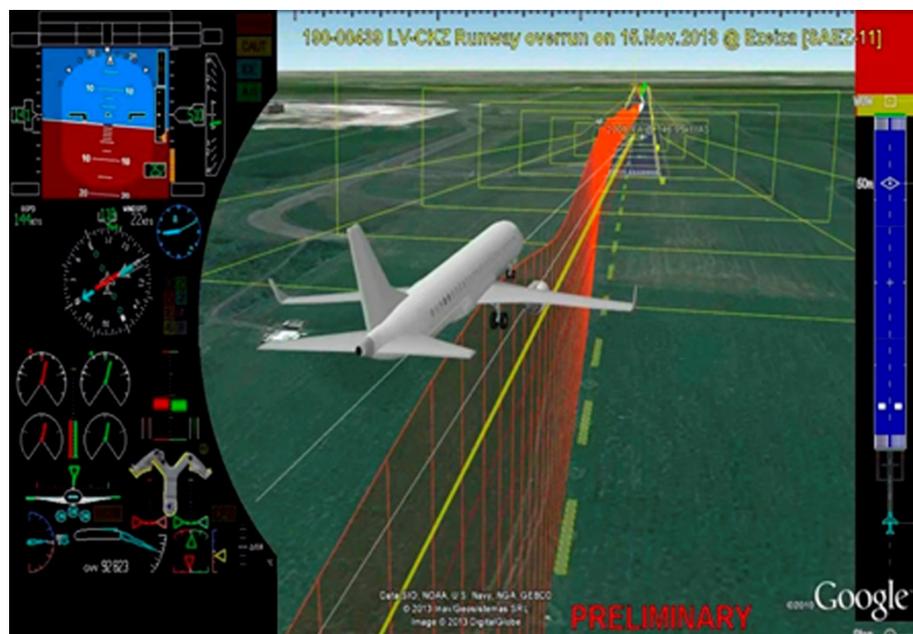
De acuerdo al testimonio de los tripulantes de cabina, los servicios de salvamento y extinción (SEI) y servicios médicos de ambulancia (emergencia) actuaron en tiempo y forma.

**1.15.3** Una vez terminado el procedimiento de evacuación, los pasajeros y la tripulación debieron esperar veinte minutos para acceder a los vehículos de transporte de pasajeros.

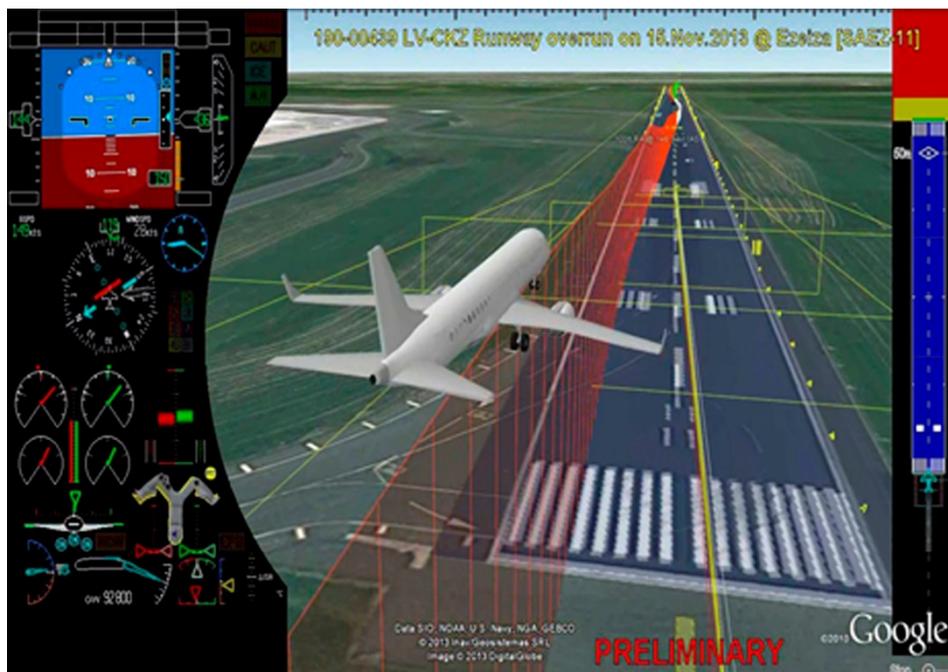
## 1.16 Ensayos e investigaciones

**1.16.1** La información del equipo CVFDR remitida por Embraer corroboró la lecturas de análisis de parámetros llevada a cabo por la JIAAC con el apoyo del explotador.

**1.16.2** Se realizó una animación de la parte final del vuelo de la cual se extrajeron parámetros para el análisis de la fase del aterrizaje (figuras 4 y 5).



**Figura 4.** Desviación del haz de planeo mayor a dos puntos (RA= 257 FT)



**Figura 5.** Desviación del localizador sobre el umbral de pista 11 (RA= 150 FT)

### 1.16.3 Vuelo de comprobación en simulador

Se llevó a cabo en las instalaciones de instrucción del explotador, en Ezeiza, el 9 de junio de 2014. El detalle del vuelo de comprobación es como sigue.

| ERJ 190   | Datos de la aeronave   | Aeropuerto Ezeiza   |      |               |   |   |
|---|--|---|------|---------------|---|---|
| <p>Condiciones meteorológicas</p> <p>Viento de los 250°/20 Kt con ráfagas de 34 Kt; visibilidad 3 km; lluvia; 1/8 de ST a 300 m; 3/8 de SC a 600 m 8/8 de NS a 1500 m; temperatura 19° y temperatura punto de rocío 18°; presión a nivel medio del mar 1005 HPA y humedad relativa 94%.</p> | <p>ZFW: 38300 KG<br/>TOF: 11400<br/>TOW: 49700<br/>TRIP F: 7400<br/>LW: 42300</p> <table border="1"> <tr> <td>CREW/ PAX</td> <td>5/96</td> </tr> <tr> <td>FLAPS LANDING</td> <td>5</td> </tr> </table> | CREW/ PAX   | 5/96 | FLAPS LANDING | 5 | <p>ILS carta n° 2 para pista 11 desde la vertical VOR EZE</p> |
| CREW/ PAX   | 5/96   |   |      |               |   |   |
| FLAPS LANDING   | 5  |   |      |               |   |   |
| <p>Pre-vuelo</p> <p>Reproducción del accidente del 15 de noviembre del 2014 a la aeronave LV-CKZ</p>  | <p>Personal Austral Líneas Aéreas<br/>Piloto: comandante E190<br/>Instructor: comandante e190<br/>PM/observador:</p>   | <p>Personal JIAAC<br/>1-Coordinador Operativo<br/>2-Investigador Operativo<br/>3-Investigador</p> |      |               |   |   |

|   | investigador operativo.   | Técnico |
|---|---|---------|
| (1) Aproximación ILS Carta N° 2 para pista 11. Pista mojada 4 mm                                      | A partir de la 8NM con AP conectado. Manual Brake. Flaps 5.<br>AT conectado.<br>Desconexión del AP a 300 ft de altura con pista a la vista.<br>Pasaje del umbral de pista 11 con 147 KT y 140 ft de altura.                                 |         |
| Aterrizaje/ Uso de los reversores/ Frenado manual.<br>Pista mojada, cantidad de agua cuatro (4) mm    | Toque con 1200 m de pista remanente.<br>Reversores disponibles a partir de los 800 m de pista remanente.<br>Máximo frenado manual.<br>Pasaje umbral de pista 29 con 60kt de velocidad terrestre.<br>Excursión de pista                      |         |
| Aproximación ILS/Rejected landing a 30 ft. de altura.<br>Pista mojada, cantidad de agua cuatro (4) mm | Ídem a (1) hasta la voz de alerta de la computadora de vuelo a 30 ft de altura.<br>El escape se realizó sin novedad.<br>La aeronave no tocó la pista y solo descendió hasta la alerta de 20 ft.   |         |
| Aterrizaje/ Uso de los Reversores/ Frenado Automático   | Ídem a (1) pero con AB conectado en "máximo".<br>Excursión de pista   |         |
| Aproximación ILS y aterrizaje completo.<br>Pista mojada cantidad de agua cuatro (4) mm                | A partir de la 8NM con AP conectado. Manual Brake. Flaps 5.<br>AT conectado.<br><br>Desconexión del AP a 300 ft de altura con pista a la vista.<br>Pasaje del umbral de pista 11 con 140 KT y 50 ft de altura.<br>La aeronave se detuvo con |         |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | aproximadamente 1200m de pista remanente, confirmando los parámetros de la tabla correspondiente. |  |
|--|---|--|

Nota.- Todas las comprobaciones se repitieron entre 2 y 3 veces para confirmar los parámetros.

#### 1.16.4 Factores de corrección – Aterrizaje con excedencia de altura y velocidad en el umbral de pista

Se efectuaron los siguientes cálculos de performance de aterrizaje a efectos de documentar los parámetros de la salida de pista.

- Distancia de aterrizaje requerida (Pista mojada) – 10 kt de viento de cola
- Distancia de aterrizaje requerida para despacho 43000 kg, Vref 131 kt (nivelada normal, toque firme y máximo frenado manual), Flaps 5 – 6054 ft. (Pista mojada)
- Incremento de la distancia (Influencia de la Vref) – Cruce del umbral de pista con una velocidad de 147 kt (aproximadamente 10 % mayor a la Vref correspondiente).
- El incremento de un 10% en la velocidad produce un 20% de incremento en la distancia de aterrizaje (información de SOPs) – Distancia de aterrizaje Flaps 5, Vref 144 = 7264 ft (Pista mojada)
- Influencia del exceso de altura y de velocidad - Cruce del el umbral de pista con 100 ft
- El incremento de altura incrementa la distancia de aterrizaje en un 35% (información de SOPM) – Distancia de aterrizaje Flaps 5 (Vref 144, 100 ft umbral de pista) = 7264 + 2542 = 9076 (Pista mojada).

Nota.- La aeronave cruzo el umbral de pista con 150 ft. (50 ft más alto que el cálculo realizado).

### 1.17 Información orgánica y de dirección

#### 1.17.1 Explotador/propietario

**1.17.1.1** Austral Líneas Aéreas es parte de un grupo empresario que incorpora a Aerolíneas Argentinas y a Austral. Desde su base de operaciones en el Aeroparque Jorge Newbery y el Aeropuerto Internacional de Ezeiza en Buenos Aires, el grupo vuela a 36 destinos dentro del país y a 22 destinos internacionales en América y Europa.

**1.17.1.2** El grupo está llevando a cabo un programa de renovación de flota, la cual está compuesta por 73 aviones que incluyen 13 Airbus 340/330, 38 Boeing 737-700/800 y 22 Embraer 190, y es miembro de la alianza global *SkyTeam*.

**1.17.1.3** Si bien el grupo empresario está conformado por dos compañías aéreas, existe independencia operativa entre ambas. La empresa operadora de la aeronave accidentada, Austral Líneas Aéreas, ejecuta y controla sus operaciones de manera independiente, bajo certificado de operador propio, y con estructuras de, entre otras, operaciones, instrucción, inspección y seguridad operacional independientes.

**1.17.1.4** La compañía opera acorde a la normativa vigente RAAC 121, que establece las reglas de operación que regulan a las operaciones internas, internacionales y suplementarias, incluidas las correspondientes a Servicios de Transporte Aéreo Sanitario (STAS), de toda empresa que posea o a la que se le requiera que posea un Certificado de Explotador de Servicios Aéreos.

**1.17.1.5** Austral Líneas Aéreas ha implementado un sistema de gestión de la seguridad operacional (*safety management system*, SMS) siguiendo requerimientos en RAAC 121. El SMS de Austral se encuentra en la fase 3 de aceptación. La aceptación final del SMS de un explotador se completa al concluir la fase 4. Austral Líneas Aéreas manifestó tener las cuatro fases del SMS desarrolladas y presentadas a la ANAC, y aceptadas hasta la fase 3, a la espera de ANAC acepte la fase 4.

**1.17.2** Proveedor de servicios de tránsito aéreo

**1.17.2.1** Los servicios de tránsito aéreo en el territorio de la República Argentina y sus aguas jurisdiccionales son competencia exclusiva de la Dirección General de Control de Tránsito Aéreo (DGCTA), dependiente de la Fuerza Aérea Argentina, siendo su misión *“Efectuar la prestación operativa de los servicios de navegación aérea, conforme a lo dispuesto por el decreto 1840/11”*.

## **1.18** Información adicional

**1.18.1** **Meteorología en ruta**

**1.18.1.1** Las condiciones meteorológicas en la ruta de vuelo del AU2255 eran adversas, debido al pasaje rápido de un frente frío con un importante desarrollo vertical, por lo cual la ruta a volar fue la UM400, ingresando a la Argentina por la posición ARULA.

**1.18.1.2** Posterior a la posición MCS, la tripulación decidió desviar la navegación desde MCS hacia SUMU y para luego proceder a SAEZ. Este desvío agregaba 45 minutos de vuelo, sin penalizar el combustible necesario para la alternativa SACO.

**1.18.2** **Procedimientos y técnicas para el aterrizaje**

La siguiente información es extraída del “*Standard Operating Procedures Manual*” (SOPM), “*Procedures and Techniques for Landing*” (revisión 16):

- Para operar los reversores, basta con que el tren principal esté comprimido; no es necesario que la rueda de nariz esté asentada;
- Para pista contaminada con 4mm de agua, flaps en posición 5 y “*Auto Brake*” en máximo, se necesita una longitud de pista de 1726 m (5663 ft) (sin correcciones).
- Para las mismas condiciones con “*Manual Brake*” se necesitan 1635 m (5364 ft) de pista (sin correcciones).

### **1.18.3 Tiempos de servicio y de vuelo**

**1.18.3.1** El Decreto (PEN) 671/94, Actualización Febrero del 2000, (Disposición Nº 26/2000), “*Tiempos máximos de servicio, vuelo y mínimos de descanso de las tripulaciones*” regula la actividad de vuelo y de servicio de la tripulación. El vuelo AU2254 se inició a las 22:00 hora local y el aterrizaje fue a las 05:45 hora local, por lo cual la tripulación había cumplido un tiempo de vuelo (TV) de 7:45 horas.

**1.18.3.2** La tripulación había comenzado su tiempo de servicio (TSV) a las 21:00 hora local (una hora antes del despegue previsto) del día anterior y el aterrizaje en SAEZ fue a las 05:45 hora local. El TSV finalizaba a las 06:15 hora local (media hora después del aterrizaje), siendo el TSV máximo para 24 horas consecutivas de 13 horas, según el Anexo I del Decreto 671/94.

**1.18.3.3** Si a las 13 horas se le restan 03:30 horas por el período comprendido entre las 23:00 y 06:00 horas, por actividad nocturna, el TSV máximo de la tripulación del AU2245 estaba acotado a 09:30 horas. Al momento del accidente los pilotos habían cumplido con 09:15 horas de TSV.

### **1.18.4 Las condiciones ambientales al momento del toque**

El operador de la torre de Ezeiza manifestó que, dos minutos antes del toque del AU2255, la visibilidad se redujo a causa de la fuerte lluvia y se incrementó el viento, Además manifestó que, desde su puesto, no pudo apreciar ni el momento de aterrizaje ni la excursión de pista, debido a la fuerte lluvia.

#### **1.18.5 Visita a la torre de control de Ezeiza**

**1.18.5.1** Con el objetivo de comprender el contexto de trabajo en el ámbito de la torre de control del aeropuerto Ezeiza, se realizó una visita técnica y entrevistas con el personal a cargo. La visita permitió identificar que existen carencias en cuanto a defensas tecnológicas habituales en aeropuertos que apoyan servicios internacionales, por ejemplo, equipamiento de medición del viento en superficie.

**1.18.5.2** La pista 11/29 cuenta con sensores de medición que permiten al operador de torre conocer la condición de viento a través de anemómetros digitales (tres equipos independientes). La pista 17/35 no cuenta con esta tecnología. Los dispositivos de medición anemométrica en EZE no cuentan con un sistema de

anuncio (alarma) ante cambios súbitos de la dirección o intensidad del viento. El aeropuerto no cuenta con equipo de medición de cortantes de viento a baja altura.

**1.18.5.3** La visita a la torre de control de Ezeiza permitió identificar que el alerta de cambio de viento (intensidad y dirección) a las aeronaves en fase de aterrizaje es un uso y costumbre, sin que la necesidad del alerta se encuentre plasmado en un procedimiento estandarizado.

#### **1.18.6 Información de viento generada por los automatismos del ERJ190**

**1.18.6.1** Los automatismos incorporados de *manera* estándar al ERJ190 brindan información de dirección e intensidad del viento. La componente de viento es presentada a la tripulación en el *Primary Flight Display (PFD)*.

**1.18.6.2** La información sobre la exactitud y confiabilidad de la información de viento presentada a la tripulación en el PFD a alturas próximas al terreno (200, 100 y 50m ft) no está disponible para el explotador en la documentación proporcionada por Embraer. La información de viento es computada en las IRS (*Inertial Reference System*), componentes que son de fabricación de Honeywell. Los detalles de exactitud y confiabilidad de la información de viento están fuera del ámbito de conocimiento de Embraer. La respuesta de Embraer a una consulta de la JIAAC, que se detalla a continuación, solamente describe como se origina la información de viento al PFD:

*“La velocidad y dirección del viento son determinados por álgebra vectorial utilizando los vectores de velocidad terrestre (groundspeed) y velocidad del aire verdadera (true airspeed). El vector de velocidad terrestre de la aeronave se obtiene del sistema inercial de referencia (IRS - Inercial Reference System) y el vector de velocidad del aire verdadera se determina a partir del sistema de datos de aire (ADS - Air Data System). El método de cálculo mencionado se mantiene el mismo para todas las fases del vuelo.”*

**1.18.6.3** De acuerdo a lo manifestado por pilotos del explotador, pudo establecerse que no es práctica habitual instalada en las tripulaciones de ERJ190 incluir la lectura de la información de dirección e intensidad del viento del PFD en el escaneo rutinario de instrumentos durante la fase del aterrizaje (por debajo de los 200 ft). El monitoreo del PFD para obtener información de viento cerca del terreno no está incluido en las *“actions and call outs”* establecidas por SOPs.

#### **1.18.7 Aproximación visual por referencias nocturnas – Factores adversos**

**1.18.7.1** En aproximaciones visuales por referencias nocturnas, pueden generarse ilusiones ópticas que pueden afectar de manera insidiosa la percepción de la tripulación del entorno operativo. Las siguientes condiciones presentes la noche del accidente tienen el potencial de generar ilusiones ópticas.

##### **A) Efecto de lluvia fuerte**

La lluvia puede interferir con la percepción adecuada del entorno operativo y afectar el desempeño efectivo de una tripulación de vuelo. La lluvia puede dar lugar a una sobre-estimación de la distancia, generando la impresión que la pista de aterrizaje está más lejos de lo que realmente se encuentra. También puede generar la impresión en la tripulación de vuelo que el avión está a más altura que la real.

Específicamente, al difractar la luz, la lluvia sobre el parabrisas genera la ilusión óptica que, aun cuando una aeronave se encuentre perfectamente alineada en la senda de planeo, la tripulación puede percibir encontrarse por encima o por debajo de la senda adecuada, o desviada a la izquierda o a la derecha del eje de pista, dependiendo de una serie de factores, entre los cuales es importante la inclinación del parabrisas. El error aparente puede ser del orden de unos 200 pies a una distancia de una milla del umbral de pista.

## **B) Condiciones de la superficie de pista**

Una pista mojada refleja muy poco las luces de iluminación; esto puede afectar la visión de profundidad e influir en el restablecimiento (*flare*).

Información producto de experiencias personales por parte de pilotos del explotador indica que las condiciones de adherencia y fricción para el frenado de la pista 11/29 de Ezeiza se deterioran bajo condiciones de contaminación con agua debido al estado del pavimento. De ser este el caso, el potencial de hidroplaneo, siempre presente en pistas contaminadas con agua, se incrementa. La investigación no pudo sustanciar la exactitud de esta información.

### **1.18.8 Procedimiento de aproximación frustrada**

**1.18.8.1** De acuerdo al Manual de Procedimientos Operativos Estándares (SOPM), revisión 16 del 2 de julio del 2013 publicado por Embraer S.A., el procedimiento de aproximación frustrada se debe ejecutar, entre otras consideraciones, si al llegar a la altitud de decisión/altura de decisión (DA/DH), se pierde el contacto visual con la pista.

**1.18.8.2** El MOE del explotador, Capítulo VIII, Volumen I, página 34, establece:

“3.7.3 Aproximación de precisión

Localizador

Una vez establecido, el descenso no deberá ser continuado si la deflexión del localizador es mayor a un punto en HSI/PFD.”

“Haz de planeo

Luego de interceptado, el indicador de haz de planeo no debe exceder un punto al HSI/PFD. El haz de planeo debe ser seguido en la forma más exacta posible y la desviación deberá ser “0” al alcanzar DH/DA.”

**1.18.8.3** Los programas de instrucción en simulador del explotador al momento del accidente incluía el procedimiento de aproximación frustrada ante

aproximaciones desestabilizadas u otro tipo de situaciones críticas que hiciesen inseguro el aterrizaje, mediante la ejecución de la maniobra de escape (*go-around*). Los programas de instrucción en simulador no contemplaban la instrucción en la maniobra de aterrizaje abortado (*rejected landing*).

**1.18.8.4** Existe el potencial de confusión entre el procedimiento de aproximación frustrada y las maniobras de aterrizaje abortado y de escape (*go-around*).

**1.18.8.5** Transport Canada, la autoridad de aviación civil de Canadá, define en su Circular de Asesoramiento (AC) No. 700-016, los conceptos de escape (*go-around*), aterrizaje abortado (*rejected landing*) y aproximación frustrada (*missed approach*) de la manera siguiente:

- Go around: transición de una aproximación a un ascenso estabilizado. El go-around o escape es una maniobra.
- Rejected landing: el intento de discontinuar un aterrizaje. La maniobra de rejected landing se inicia típicamente a baja altitud, previo al toque. Luego de una aproximación por instrumentos, la ejecución de la maniobra se inicia debajo de la DA (H) o MDA (H), tanto en condiciones VMC como IMC. La maniobra conduce típicamente a un “go around”, y si la misma se efectúa luego de una aproximación por instrumentos conduce a una missed approach. El rejected landing o despegue abortado es una maniobra.
- Missed approach: la trayectoria de vuelo seguida por una aeronave luego de la interrupción de un procedimiento de aproximación y consecuente “go around”. Normalmente este procedimiento sigue segmentos estandarizados y publicados, o vectores radares que conducen a un “missed approach point” (MAP), regreso para un nuevo aterrizaje o permiten volar a un alternativa. La missed approach o aproximación frustrada es un procedimiento.

## **1.19 Técnicas de investigaciones útiles y eficaces**

### **1.19.1 Se utilizaron para el análisis los siguientes recursos técnicos:**

- Datos del FDR y CVR
- Animación del vuelo en la fase aproximación final
- Cálculos de performances de distancia de aterrizaje con factores de corrección

**1.19.2** Asimismo, los datos obtenidos fueron enviados con posterioridad por la JIAAC a la fábrica Embraer a través del Centro de Investigación y Prevención de Accidentes Aeronáuticos (CENIPA) de la República Federativa del Brasil.

## 2. ANÁLISIS

### 2.1 Introducción

Desde hace más de veinte años se ha instalado en la comunidad de investigación de accidentes una técnica para el análisis de la información factual obtenida durante el proceso de investigación. La técnica fue originalmente propuesta por OACI en el Digesto sobre Factores Humanos No. 7 (*Investigación de Factores Humanos en Accidentes e Incidentes, Circular 240*) así como en el *Manual de Instrucción en Factores Humanos* (Doc 8693) y el *Manual de Investigación de Accidentes de Aeronaves* (Doc 6920).

La técnica consiste en identificar y definir, dentro del escenario del accidente, una circunstancia central a partir la cual se hilvana, bajo una hipótesis sustentable y razonable, la secuencia de circunstancias que desembocan en el accidente. La circunstancia central, de ser eliminada, haría desaparecer la secuencia posterior de circunstancias que terminan en el accidente bajo consideración.

Esta técnica fue utilizada por primera vez con considerable éxito por el *Bureau Enquetes Accidents (BEA)* de Francia en la investigación del accidente del Airbus 320 de Air Inter en el Monte St. Odile y por la *Australian Transportation Safety Board (ATSB)* en el accidente del Boeing 747-400 de QANTAS en Bangkok. La técnica ha sido perfeccionada sobre la base de la experiencia adquirida, y ampliamente adoptada por organismos de investigación de accidentes además de los ya mencionados.

A partir de la circunstancia central y mirando hacia “adelante” de la misma, se analizan los disparadores inmediatos del accidente; a partir de la circunstancia central y mirando hacia “atrás”, se analizan los precursores sistémicos, sea que tengan relación directa o indirecta con el accidente bajo análisis.

El análisis de las circunstancias que llevaron a la excursión de pista en el Aeropuerto Internacional Ministro Pistarini, analizada en el informe, se ha efectuado aplicando la técnica descrita.

#### **Definición del escenario**

La circunstancia central a partir de la cual se desencadenó la serie de circunstancias que culminaron con la excursión de pista del AU2255 es, bajo una hipótesis plausible y razonable, el cambio significativo de las condiciones meteorológicas de operación en un brevísimo periodo de tiempo, en uno de los momentos más críticos de la operación de una aeronave, y sin que la tripulación tomase conocimiento sobre el cambio.

Hasta el momento en el que se produjo el súbito y radical cambio en las condiciones meteorológicas – particularmente en la condición del viento – el vuelo había transcurrido sin particularidades que escapasen a lo que puede considerarse

el espectro dentro del cual se efectúa una operación de línea aérea. Por lo tanto, es una hipótesis plausible y razonable que, de no haber ocurrido el cambio significativo de las condiciones meteorológicas de operación en un brevísimo periodo de tiempo, en uno de los momentos más críticos de la operación de una aeronave, y sin que la tripulación tomase conocimiento sobre el cambio, la excursión de pista no hubiese ocurrido.

No hay evidencia de fallas técnicas inmediatamente previas al accidente, y la tripulación estaba debidamente cualificada, por lo que el análisis de la última parte del vuelo se concentra especialmente en los factores externos e internos a la cabina de mando que pudieron haber influido en el accidente.

El análisis se concentra entonces en las defensas del sistema aeronáutico disponibles para mitigar las consecuencias de este tipo de situación operativa, incluyendo su presencia o ausencia en el contexto del accidente.

### **El cambio repentino en condiciones meteorológicas**

Al momento de iniciar la aproximación, el panorama de la tripulación en cuanto a las condiciones meteorológicas bajo las cuales efectuaría el aterrizaje estaba basado en el METAR de las 0800 UTC y en la información verbal proporcionada por ATC al bloquear el VOR EZE para el inicio del procedimiento. El METAR de EZE de las 0800 UTC indicaba viento de 110/2, 9 km de visibilidad, lluvia leve y techo de 7000 ft. El viento proporcionado por ATC al momento del bloqueo del VOR EZE indicaba 240/04 kt.

La tripulación planificó la aproximación y la configuración de la aeronave, lógicamente, sobre la base de las condiciones meteorológicas disponibles. Desde esta perspectiva, las decisiones operativas de la tripulación en cuanto a la planificación de la aproximación son consistentes con el entrenamiento recibido, los procedimientos operativos estandarizados establecidos, y las condiciones de operación *conocidas*. No había nada en el panorama de la operación, tal y como estaba presentado a la tripulación, que hiciese necesario la consideración de medidas especiales.

Sobre el FAF (a 4NM de la cabecera de la pista 11), ATC autorizó el aterrizaje e informó viento 240/04kt. Subsiguiente a ello, durante los últimos dos minutos de la aproximación, en uno de los momentos de la operación en los cuales la carga de trabajo llega a picos máximos, las condiciones meteorológicas sufrieron un cambio de extrema magnitud (250/20 kt con ráfagas de 34 kt).

La implicancia de este cambio es de consideración. Una operación planificada para condiciones de viento y visibilidad de relativa significación se convirtió repentinamente en una operación en condiciones de viento significativamente desfavorables (una componente de viento de cola de 27 kt). Según lo establecido en los SOPs del explotador, el aterrizaje con componente de cola en pistas mojadas no es recomendado, y con pista seca el SOPs establece una limitación de viento de cola de 15 kt con pista seca. Asimismo, las condiciones de visibilidad se

vieron considerablemente reducidas con respecto a la información disponible para la tripulación.

Estos cambios generaron un desfase de importancia entre los procedimientos seguidos por la tripulación y las condiciones de operación reales, sin que la evidencia disponible a la tripulación la llevase a tomar conocimiento del cambio.

Es una hipótesis plausible y razonable que, de haber adquirido conocimiento de la magnitud del cambio, la tripulación hubiera reconsiderado la operación e iniciado el procedimiento de aproximación frustrada o la maniobra de escape. Tal y como se dieron los hechos, la tripulación no adquirió conocimiento del significativo cambio en las condiciones meteorológicas, negándose por lo tanto la oportunidad para que la tripulación adecuase la operación a las condiciones reales.

A partir de esta situación, se hilvanaron una serie de circunstancias que terminaron con la excursión de pista, y que se exponen en los párrafos siguientes.

Se analizaron los factores adversos en una aproximación visual nocturna, las performances de aterrizaje y procedimientos en pista contaminada, los procedimientos de cabina y SOPs, el pilotaje manual en la fase final de la aproximación, el monitoreo y coordinación de la tripulación y las decisiones operativas. También, fueron considerados la programación del vuelo, la evacuación y los servicios de aeródromo que asistieron al suceso.

## **2.2 Aspectos operativos**

### **2.2.1 Tripulación de vuelo y de cabina de pasajeros**

La tripulación que operaba la aeronave tenía registrada su actividad de vuelo según las exigencias de la reglamentación, cumplía con los requisitos de experiencia reciente y estaba efectuando el vuelo según las atribuciones y limitaciones de sus licencias.

Las certificaciones médicas aeronáuticas (CMA) eran válidas al momento del accidente.

La instrucción y calificación para la operación aerocomercial estaba en concordancia con las exigencias de la RAAC Parte 121.

Operación

#### *a) Peso y balanceo*

La aeronave estaba dentro de los límites de peso y balanceo prescrito por el AFM.

#### *b) Condiciones meteorológicas y de pista*

Las condiciones meteorológicas al momento del aterrizaje eran desfavorables, con intensas ráfagas de viento y componente de cola; lluvia fuerte y pista mojada.

*c) Configuración de aproximación*

En una operación normal para la aproximación y aterrizaje, la configuración de los sistemas se define según la política del explotador, criterios de operación del fabricante, limitaciones de performances, y condiciones operativas específicas (meteorología, estado de pista, etc.)

La operación en pista contaminada con agua impone una configuración determinada para acortar la distancia de aterrizaje. Esta operación requiere la menor velocidad posible, control direccional en tierra y máximo frenado. Esto se logra con la selección de menor  $V_{ref}$  apropiada, con máxima deflexión de flaps y con máximo frenado (*Maximum Performance Landing*).

En este sentido, los SOPs de Austral establecen que, en caso de aterrizaje en pista mojada, se debe usar la técnica de Maximum Performance Landing. Esta técnica recomienda la utilización de full flaps y aclara en una nota al pie que la misma técnica puede ser utilizada para configuración de flaps 5, teniendo en cuenta el incremento correspondiente en la distancia de aterrizaje. Es por lo tanto claro que, si bien es conveniente utilizar full flaps para disminuir la distancia de aterrizaje, tal selección no es obligatoria de acuerdo con los SOPs en vigor al momento del accidente.

La aproximación fue ejecutada con configuración de flaps 5 y frenado manual. A partir de las condiciones reales de operación esta configuración de controles de vuelo y sistemas no era la óptima y redujo las performance de aterrizaje. Sin embargo, esta configuración era consistente con las condiciones operativas bajo las cuales la tripulación planificó la aproximación y el aterrizaje, en base a la información en su conocimiento.

Aun cuando el METAR de las 0800 UTC indicaba lluvia ligera, lo que hace razonable suponer pista contaminada con agua, la decisión de retener flaps 5 en vez de flaps full para el aterrizaje es entendible dadas las condiciones de viento asumidas por la tripulación (4 kt de cola), la longitud de la pista 11 (10827 ft), la distancia de aterrizaje con flaps 5 en pista mojada con 10 kt de cola (6054 ft de acuerdo con la información del fabricante) y la caracterización de la lluvia como "ligera".

### **2.2.3 Procedimientos de cabina de vuelo y SOPs**

**a) Briefing de aproximación**

Una de las defensas que tiene la tripulación para evaluar la situación y determinar los procedimientos a seguir para una aproximación es el briefing, donde uno de los puntos a analizar es la meteorología en destino y alternativa. Al momento de iniciar el procedimiento de aproximación, la información meteorológica recibida por la tripulación no hacía prever nada anormal. Sin embargo, las condiciones cambiaron

notablemente durante el transcurso de la misma, sin que el ATC suministrase la información actualizada a la tripulación.

Las condiciones operativas sobre las cuales la tripulación planificó la operación no sugerían la necesidad de ajuste en el contenido del briefing de aproximación ni en la configuración de controles de vuelo o sistemas de la aeronave, y lógicamente no realizaron ningún ajuste.

#### **b) Uso del piloto automático y transición al vuelo visual**

El análisis de los datos del CVFDR y la animación permite identificar que el punto donde la aeronave empezó a desviarse de la trayectoria requerida, con la consiguiente variación de los parámetros de velocidad y altura, fue a partir de la desconexión del piloto automático (AP). Durante la transición a vuelo visual (después de la desconexión del AP), hubo una primera modificación de la trayectoria de vuelo, desviándose la aeronave por arriba del haz de planeo.

Si bien la concentración por parte del PF en la adquisición de las referencias visuales puede haber sido un factor en la desviación, una desviación hacia arriba del haz de planeo es consistente con el sustancial incremento en viento de cola que el AU2255 experimento en los últimos dos minutos de la aproximación.

A partir del momento de la desconexión del AP, el control de los parámetros de vuelo se degradó, sin que la tripulación lograra su recuperación durante el resto de la aproximación. La variación en el control de los parámetros de vuelo sugiere un grado de dificultad en el control de la aeronave consistente con las inesperadas condiciones de operación.

#### **c) Nivel de automatización empleado**

El uso de los automatismos por la tripulación es consistente con las condiciones de la operación de acuerdo a la representación de las mismas que tenía la tripulación, la capacitación recibida, y los SOPs del explotador.

El nivel de automatización utilizado, a partir del momento de la adquisición de las referencias visuales, fue AP OFF, FD ON, AT ON.

#### **d) Monitoreo de la aproximación**

Luego de la adquisición de las referencias visuales, la progresión del vuelo requiere continuar con el monitoreo de los instrumentos de vuelo y con los anuncios apropiados de desviaciones de los parámetros normales de vuelo.

Durante esta parte específica de la aproximación (luego de la adquisición de referencias visuales), se evidencia deterioro en el monitoreo, en lo referente a vigilancia de los sistemas, entorno ambiental y control cruzado (cross check) de las acciones de ambos tripulantes. Esto no es inaudito si se considera el repentino aumento en la carga de trabajo de la tripulación ante la necesidad de manejar, sin tiempo de transición para ajustes, un escenario sustancialmente diferente al

planificado. El aumento repentino en la carga de trabajo debe ser considerado factor contribuyente a la degradación de la trayectoria de vuelo, siendo una lógica explicación la concentración de ambos pilotos en repartir su atención entre el monitoreo interno, mantener las referencias visuales, y copar con las nuevas condiciones meteorológicas (viento intenso y con ráfagas y lluvia fuerte) encontradas en la aproximación final y no informadas ni conocidas.

#### **e) Utilización del FD**

En vuelos de comprobación en simulador, se realizaron aproximaciones de precisión ILS con turbulencia moderada y viento cruzado, para representar el escenario del accidente.

En tales ensayos, el simulador de la aeronave Embraer 190 no presentó dificultades en sus cualidades de vuelo, ni requirió destrezas excepcionales para mantener la trayectoria de vuelo utilizando el FD hasta la altitud del restablecimiento.

El seguimiento activo del FD y el monitoreo de la navegación por referencias externas resultó de utilidad práctica para apoyar al segmento visual.

En los registros del CVFDR y en el video de la recreación del vuelo se observaron apartamientos considerables de la trayectoria de vuelo, que no son compatibles con el seguimiento del FD. El FD es una defensa tecnológica con la que cuentan las tripulaciones para integrar información de manera de facilitar el control de la aeronave en todo el espectro de maniobras, incluyendo la transición de vuelo instrumental a vuelo visual. En este caso, las ventajas que aporta el FD parecieran no haber sido aprovechadas al grado que sus posibilidades ofrecen.

La información generada por el vuelo de comprobación en simulador, no obstante, es simple referencia y debe ser tomada con suma cautela, ya que el vuelo de comprobación en simulador se realizó bajo condiciones contextuales, operativas y de presión de tiempo significativamente diferentes a las condiciones del mundo real experimentadas por la tripulación del AU2255.

#### **f) Control manual y efecto del Autothrottle**

El análisis de la simulación evidencia que el control manual de la aeronave por parte del PF resultó con variaciones de actitud (en algunos casos  $\pm 5^\circ$  de cabeceo), que produjeron reacciones importantes del autothrottle, generando incrementos de velocidad (hasta alcanzar un pico de 154 kt) y momentos en actitud de cabeceo no deseados, agravando la inestabilidad de la aproximación.

#### **g) Desviaciones de la trayectoria de vuelo**

También puede observarse que los cambios de actitud generaron sobrepasamiento en ambos sentidos de la senda de aproximación, en valores mayores a las tolerancias establecidas (en algunos casos mayores a 2 puntos).

Los cambios de actitud fueron preponderantes en el sentido a cabrear, lo que intensificó los incrementos de velocidad comandados por el autothrotle y

tendencias a mantenerse sobre la senda de aproximación (tendencia a mantenerse alto). Esto, sumado al incremento en la componente de viento de cola como factor fundamental, explica el exceso de altura y velocidad hasta próximo al toque.

También se produjo apartamiento en azimut, debido a falta de corrección de la deriva.

La significativa componente de cola de viento indudablemente contribuyó a las desviaciones de la trayectoria de vuelo analizadas.

#### **h) Toma de decisión – Aproximación frustrada**

Los datos obtenidos del CVFDR sustentan que la aproximación en su fase final no reunía el criterio de aproximación estabilizada establecida por el explotador, pero no se efectuó el procedimiento de aproximación frustrada publicada mediante la maniobra de “go around”.

No obstante, es fundamental recordar que estas desviaciones se produjeron luego que la tripulación adquiriese referencias visuales, incluida la pista de aterrizaje.

Una evaluación realista de la decisión del inicio o no de una aproximación frustrada ante la desestabilización de parámetros experimentada luego de la transición a vuelo visual no puede realizarse en el abstracto o por simple referencia a la observancia o no respecto de una serie de parámetros, sino que debe ser considerada tomando la más amplia consideración del entorno operativo global. Esto incluye la meteorología en la trayectoria de la aproximación frustrada, el status de combustible de la aeronave, y fundamentalmente, la propia evaluación de la tripulación – en base a su propia experiencia – en cuanto a completar la operación en forma segura ante el deterioro de los parámetros de aproximación.

#### **i) Pasaje sobre la cabecera de pista**

Al pasar sobre la cabecera 11, la aeronave estaba desplazada del eje de pista, con una altura de 150 ft y una velocidad de 147 kt. Bajo estas condiciones, continuar la aproximación para el aterrizaje con pista contaminada resultó en una distancia necesaria superior a la pista disponible.

#### **j) Distancia de detención**

Al momento del toque del tren principal, se aplicó el frenado en forma manual y se accionaron los reversores.

La aeronave no pudo detener su carrera de aterrizaje dentro de los límites de seguridad de la pista, ya que la pista remanente era insuficiente debido a un contacto prolongado por sobrevuelo de la misma y su estado de contaminación. La aeronave se detuvo a 256 m pasado el umbral de pista de la cabecera 29.

### **2.2.4 Procedimiento de evacuación**

La evacuación de la aeronave fue efectuada de manera correcta y acorde a la situación.

#### **2.2.5 Servicios de Aeródromo**

Se aplicó el Plan de Emergencia del Aeródromo, y los servicios concurrentes al vuelo actuaron acorde con sus procedimientos.

#### **2.2.6 Programación del vuelo**

La programación de vuelo de la tripulación estaba dentro de lo establecido por el Decreto 671/94.

### **2.3 Aspectos Técnicos**

De la información del CVDFR no surgen fallas técnicas que podrían haber afectado al proceso de frenado ni indicios de hidroplaneo. La aeronave reunía todas las condiciones técnicas y documentales específicas para realizar la operación que devino en accidente.

---

## **3. CONCLUSIONES**

### **3.1 Hechos definidos**

**3.1.1** La aeronave reunía condiciones de aeronavegabilidad en el momento de su despacho para el vuelo.

**3.1.2** La aeronave estaba equipada y mantenida conforme con la reglamentación.

**3.1.3** No hubo indicios de falla de la célula o de mal funcionamiento de los sistemas previo al accidente.

**3.1.4** La aeronave sufrió daños estructurales pero no sufrió daños en el sistema de propulsión.

**3.1.5** La tripulación de vuelo y de cabina estaban debidamente certificados.

**3.1.6** El tiempo de servicio y de vuelo de la tripulación estaba encuadrado en la normativa vigente.

**3.1.7** No hubo incapacitación o factores fisiológicos que afectaran a la actuación de la tripulación.

**3.1.8** El peso y balanceo de la aeronave estaba dentro de límites operacionales.

**3.1.9** Las condiciones meteorológicas y estado de pista tuvieron influencia en la performance y el control de la aeronave.

**3.1.10** Las ayudas para la aproximación y los sistemas de iluminación del aeródromo estaban funcionando normalmente al momento del accidente.

**3.1.11** La tripulación de vuelo mantuvo comunicaciones normales con las dependencias ATC pertinentes.

**3.1.12** La aeronave se desestabilizó en la aproximación a una altura de 275 ft.

**3.1.13** No se abandonó el procedimiento de aproximación ante la desestabilización de parámetros.

**3.1.14** La torre de vuelo del aeropuerto no dispone de un sistema que pudiera alertar de modo inmediato al personal sobre un cambio súbito de la dirección e intensidad del viento. Sólo cuenta con anemómetros, sin sistema de alerta de cortante de viento a baja altura.

**3.1.15** La aeronave aterrizó con componente de viento de cola de 27 kt aproximadamente, en condiciones de pista mojada, sin que la tripulación tuviese conocimiento de la componente de viento. La componente de viento de cola excedía las limitaciones de la aeronave.

**3.1.16** La performance de aterrizaje en las condiciones del accidente excedía la longitud de pista disponible.

**3.1.17** Los procedimientos de evacuación se realizaron según los estándares del explotador y de la reglamentación.

**3.1.18** Los servicios de aeródromo actuaron según lo establecido por la reglamentación.

## **3.2 Conclusiones del análisis**

En un vuelo de transporte aerocomercial regular internacional, durante la fase de aterrizaje, se produjo la excursión de pista por la cabecera opuesta a la del aterrizaje, impactando la aeronave con las instalaciones de la antena del sistema ILS. Esto se debió, como factor desencadenante, a un cambio significativo de las condiciones meteorológicas de operación en un brevísimo periodo de tiempo, en uno de los momentos más críticos de la operación de una aeronave, y sin que la tripulación recibiese información del ATC sobre el cambio o tomase conocimiento del mismo.

La combinación de los siguientes factores contribuyó a la excursión de pista.

- Componente de viento de cola de 27 kt, mayor a la limitación prescripta por el fabricante (15 kt en pista seca); lluvia con visibilidad reducida, y pista contaminada con agua.

- El ATC no actualizó la información meteorológica a la tripulación, que desconocía el cambio súbito y significativo en las condiciones.
  - La torre de control de vuelo de Ezeiza no dispone de un sistema de alarma ante un cambio súbito en las condiciones de viento en superficie.
  - Aproximación desestabilizada a partir de la desconexión del AP y la transición a vuelo visual.
  - Monitoreo y *call outs* por parte del PM ante las desviaciones del PF que no se ajustaron a lo establecido por SOPs del explotador.
  - No considerar el procedimiento de aproximación frustrada, ante una situación de aproximación no estabilizada luego de adquirir condiciones visuales de vuelo y desconectar el AP.
  - Toque largo y con condiciones de viento de cola y pista mojada, sin posibilidad de detener el avión en la distancia de pista remanente.
  - La aeronave fue configurada correctamente para una operación pista no contaminada. Dicha configuración no correspondió plenamente con lo recomendado por el SOP del explotador para las condiciones de pista encontradas al momento del toque.
-

## 4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL

### 4.1 Al explotador

Diversos accidentes han sido atribuidos a cuestiones en la planificación de la fase de vuelo de aproximación. Ante esto, una de las defensas con que cuentan las tripulaciones es el briefing y los call-outs, por lo que se recomienda:

Revisar, la estructura y contenido de los briefings y call-outs en su globalidad, y adecuarlos, de ser necesario, para asegurar su condición de elemento de gestión del error operativo (error management), particularmente ante situaciones de elevada carga de trabajo y presión de tiempo.

**4.1.2** Un factor contribuyente recurrente en los accidentes en la fase de aproximación y aterrizaje es la sub-evaluación de la seriedad de la desestabilización de parámetros y la necesidad de ejecutar un procedimiento de aproximación frustrada oportunamente, por lo que se recomienda:

Revisar los parámetros actuales que definen un aproximación estabilizada con vistas a asegurar un máximo realismo y consistencia con el contexto operativo propio, y estimular en las políticas operacionales y en la instrucción la importancia de discontinuar la aproximación antes desviación de tales parámetros mediante la ejecución de las maniobras de go-around o rejected landing, según sea el caso.

**4.1.3** Los automatismos de una aeronave de avanzada tecnología son una defensa tecnológica que apoya y facilita el trabajo de las tripulaciones de vuelo, particularmente bajo condiciones específicas de operación. La consideración en los SOPs por parte del explotador de las ventajas de las defensas tecnológicas inherentes a una aeronave de avanzada tecnología como el ERJ 190 es fundamental, si la tecnología ha de ser utilizada efectiva y eficientemente por las tripulaciones. Por ello, se recomienda:

*Revisar y adecuar, de ser necesario, los SOPs para la operación del ERJ 190 a efectos de lograr la más efectiva utilización de las defensas tecnológicas de la aeronave en relación a condiciones específicas de operación.*

### 4.2 A la Dirección General de Control de Tránsito Aéreo

La disponibilidad de información actualizada es esencial para el efectivo y eficiente apoyo a las operaciones de vuelo por parte de un proveedor de servicios de tránsito aéreo. La investigación de este accidente sustancia la ausencia de recursos esenciales en la torre de control de Ezeiza que permitan al personal ATC acceder a tal información en tiempo y en forma. Por ello se recomienda:

*Disponer la instalación de los dispositivos tecnológicos necesarios para que el personal de controladores disponga información confiable de modo inmediato, con respecto a los cambios súbitos de las condiciones de viento en superficie.*

La disponibilidad de información actualizada es también esencial para la correcta planificación y ejecución de las operaciones de vuelo. La investigación del este accidente indica sin lugar a dudas que información de vital importancia, disponible a los servicios de apoyo al vuelo, no fue oportunamente transmitida a la tripulación. Por lo tanto, se recomienda:

*Establecer un procedimiento normalizado, que incluya con fraseología estándar, para a comunicar a las aeronaves en fases de aproximación y aterrizaje todo cambio meteorológico repentino.*

#### **4.3 Al proveedor de servicios del Aeropuerto (ORSNA-AA2000)**

El estado de la superficie de aterrizaje en condiciones de contaminación por agua, agua nieve, nieve u otros contaminantes es una defensa fundamental para la seguridad de las operaciones en tales condiciones. Son numerosos los accidentes debidos a excursiones longitudinales de pista debido a condiciones de contaminación de la misma que impidieron el frenado de la aeronave dentro de los límites de la pista. El espectro de la investigación no incluyó la consideración de problemas relacionados con el estado de la pista 11/29 del Aeropuerto Internacional Ministro Pistarini dado la JIAAC que no tenía información sobre la eventualidad de tales problemas. Posterior al accidente, información obtenida por la JIAAC producto de la experiencia del explotador involucrado en el accidente sugiere cuestiones con la adherencia y fricción de frenado cuando la pista 11/29 se encuentra contaminada con agua. Por ello se recomienda:

*Completar una evaluación de las condiciones de la pista 11/29 del Aeropuerto Internacional Ministro Pistarini, y de ser necesario tomar las medidas apropiadas para asegurar que cumple con las características de rozamiento de pistas contaminada, con las características de rozamiento para fines de mantenimiento, y con las características de drenaje establecidas en el Adjunto A, secciones 6, 7 y 8 respectivamente, al Anexo 14 – Aeródromos, Volumen I – Diseño y operaciones de aeródromos, de la OACI.*

#### **4.4 A la ANAC – Dirección de Transporte Aéreo**

Para que informe a los explotadores de transporte regular que la notificación de seguridad operacional es un recurso fundamental para la gestión de la seguridad operacional. Existe en la República Argentina un programa de notificación de seguridad operacional, el Programa de Notificación de Eventos y Deficiencias de Seguridad Operacional (PNSO), cuyo objeto es la captura proactiva de información sobre deficiencias en el sistema aeronáutico argentino. La base de datos PNSO no contiene notificaciones sobre cuestiones relacionadas con la adherencia y fricción de frenado cuando la pista 11/29 se encuentra contaminada con agua. Esto sugiere el potencial de notificación sub-estándar de deficiencias de seguridad operacional por parte de los explotadores en el sistema nacional. Por ello se recomienda:

*Adoptar las medidas necesarias para la más rápida y efectiva comunicación interna al personal operativo sobre la importancia y necesidad de la notificación al PNSO, en tiempo y en forma, de deficiencias de seguridad operacional observadas o experimentadas.*

## 5 REQUERIMIENTOS ADICIONALES

Las personas físicas o jurídicas a quienes vayan dirigidas las recomendaciones emitidas, por la Junta de Investigación de Accidentes de Aviación Civil, deberán informar a la AUTORIDAD AERONÁUTICA en un plazo no mayor a sesenta (60) días hábiles, contados a partir que recibieran el Informe Final y la Resolución que lo aprueba, el cumplimiento de las acciones que hayan sido puestas a su cargo. (Disposición N° 51/02 Comandante de Regiones Aéreas -19 JUL 02- publicada en el Boletín Oficial del 23 de Julio 2002).

La mencionada información deberá ser dirigida a:

Administración Nacional de Aviación Civil (ANAC)  
Av. Azopardo 1405, esquina Av. Juan de Garay  
(C 1107 ADY) Ciudad Autónoma de Buenos Aires  
o.  
a la dirección Email: "info@anac.gov.ar"

BUENOS AIRES,

Investigador a cargo: Emiliano FIALLEGAS  
Investigador: Alberto BAIGORRI  
Investigador: Pedro BERTACCO

### **Comité de Validación del Informe Final**

Sr. Daniel MAURIÑO  
Lic. Diego TURJANSKI  
Dr. Hilario LAGOS  
Dr. Humberto REYNOSO  
Lic. Daniel BARAFANI