



INFORME FINAL DE INCIDENTE GRAVE

EXP. No. INCIDGDTAFA131/2023 MMGL

Aterrizaje anormal, impacto en la parte posterior de la aeronave (ARC: contacto anormal de la pista)

Aeropuerto de Guadalajara

Aeronave marca AIRBUS modelo 321-271NX serie 10789

Matrícula XA-VSC, vuelo VOI488 (MMTJ-MMGL)

El día 05 de agosto de 2023, a las 11:53 local (1753 UTC)





INFORME FINAL

Aprobado en la Sesión **14/2024** de la Comisión Investigadora de fecha **24 de mayo de 2024**.

Matrícula:

XA-VSC

Número de expediente:

INCIDGDTAFAI31/2023 MMGL

Introducción

EL día 05 de agosto del 2023, a las 11:50 hora local (1750 UTC), se incidentó la aeronave marca Airbus, modelo A321-271NX, serie 10789, matrícula XA-VSC, designador de vuelo VOI488, ruta MMTJ-MMGL destinada al servicio de transporte público de pasajeros, de Concesionaria Vuela Compañía de Aviación S.A.P.I. de C.V., durante la fase de aterrizaje por la pista 11 del Aeropuerto Internacional de Guadalajara "Miguel Hidalgo", Jalisco, segundos antes del toque se presentó un hundimiento provocando un golpe de la parte posterior inferior del fuselaje contra la pista, resultando los 223 pasajeros y los 7 miembros de la tripulación sin lesiones, la aeronave con daños menores en la sección posterior inferior, cabe señalar que las condiciones meteorológicas eran las adecuadas para realizar un aterrizaje visual y presencia de viento calma.

La investigación involucró al estado del Operador (Concesionaria Vuela Compañía de Aviación S.A.P.I. DE C.V.), de Matrícula (Agencia Federal de Aviación Civil, Comandancia de Aeropuerto de Guadalajara) y de suceso (Dirección de Análisis de Accidentes e Incidentes de Aviación), así como al representante acreditado del Estado de Fabricación, la Oficina de Investigación y Análisis para la Seguridad de la Aviación Civil (BEA, Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la Sécurité de l'Aviation Civile), junto con el Fabricante Airbus, para la emisión de una opinión de la causa probable y factores contribuyentes del suceso.

Las evidencias disponibles fueron las comunicaciones establecidas entre ambos tránsitos, audio extraído de la grabadora de voz, los datos del registrador de datos de vuelo, entrevistas y diversa información operacional y de mantenimiento.

Las recomendaciones emanadas de esta investigación son de carácter de seguridad operacional sin vincular la culpa o responsabilidad, la implementación y vigilancia de estas le corresponde a la Agencia Federal de Aviación Civil.



Índice

ADVERTENCIA.....	5
1. Información sobre los hechos.....	6
1.1. Historia del vuelo.....	6
1.2. Lesiones a personas.....	7
1.3. Daños ocasionados a la aeronave.....	7
1.4. Otros daños.....	7
1.5. Información sobre el personal.....	7
1.5.1. Comandante de la aeronave.....	7
1.5.2. Primer Oficial.....	8
1.6. Información sobre la aeronave.....	9
1.6.1. Registros de mantenimiento.....	9
1.6.2. Performance de la aeronave.....	10
1.6.3. Procedimientos operacionales.....	10
1.6.3.1. Concepto RAWDATA.....	10
1.6.3.2. Análisis de la FDA.....	10
1.7. Condiciones meteorológicas.....	11
1.7.1. Cambios de intensidad del viento.....	12
1.8. Ayudas para la navegación.....	12
1.9. Comunicaciones.....	12
1.10. Información de aeródromo.....	13
1.11. Registradores de vuelo.....	13
1.11.1. Registrador de datos de vuelo.....	13
1.11.1.1. Lectura y análisis de los datos de vuelo.....	13
1.11.1.2. Condición inicial.....	13
1.11.1.3. Aproximación final.....	14
1.11.1.4. De los 250 FT RA.....	14
1.11.1.5. Contacto con la superficie de la pista.....	15
1.11.1.6. Desaceleración.....	16
1.11.2. Grabadora de voz.....	16
1.12. Información sobre los restos de la aeronave y el impacto.....	16
1.13. Información médica y patológica.....	17
1.14. Incendio.....	17
1.15. Supervivencia.....	17
1.16. Ensayos e investigaciones.....	17



1.17. Información orgánica y de dirección	21
1.18. Información adicional	22
2. Análisis	23
3. Conclusiones	26
3.1. Causa probable	27
3.2. Factores contribuyentes	27
3.3. Recomendaciones de Seguridad Operacional	28
3.4. Medidas de Seguridad Operacional	28

Adjunto A. Transcripción del audio extraído de la grabadora de voz

Adjunto B. Procedimiento de aproximación RNP ILS Z a la pista 11 en GDL

Adjunto C. Gráficas extraídas de la FDR.



ADVERTENCIA

La Dirección de Análisis de Accidentes e Incidentes de Aviación y La Comisión Investigadora y Dictaminadora de Accidentes Aéreos señalan que el presente informe final de dictamen esta emitido y fundamentado con base en los Artículos 1, 2 fracción I, 14, 16, 18, 26, y 36 fracción XXVII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 2 fracciones III y XVI, sub-fracción XVI.5, 9, y 21 fracción XXIII del Reglamento Interior de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT); 185, 187, 189 y 190 del Reglamento de la Ley de Aviación Civil, así como los artículos Transitorios, primero, segundo, tercero y cuarto del "Acuerdo por el que se establece que las actividades relativas a la búsqueda y salvamento, así como la investigación de accidentes e incidentes sufridos por aeronaves civiles a que se refieren los artículos 80, 81, 81 BIS y 81 TER de la Ley de Aviación Civil serán realizadas por la Subsecretaría de Transporte de la SICT", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de agosto de 2021.

El presente Informe Final es un documento técnico que refleja el punto de vista de la Comisión Investigadora y Dictaminadora de Accidentes Aéreos, conformada por la Dirección de Análisis de Accidentes e incidentes de Aviación, Subsecretaría de Comunicaciones y Transporte (SSCT), Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT), respecto a las circunstancias en que se produjeron los sucesos objeto de esta investigación, identificando la causa probable, factores contribuyentes y recomendaciones de carácter preventivo para toda Autoridad, Concesionario, Permisionario, Operador Aéreo y personal técnico aeronáutico que interviene en el diseño, mantenimiento y operación de una aeronave, su regulación y vigilancia de los permisos o concesiones que otorgue el Gobierno Federal.

De acuerdo con lo señalado por el Anexo 13 (Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación), emitido por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI); los artículos 80 81, 81 BIS y 81 TER de la Ley de Aviación Civil y 180, 180 Bis, 185, 187, 189 y 190 del Reglamento de la Ley de Aviación Civil, los cuales establecen que el objeto principal de la investigación de los accidentes e incidentes de aviación será prevenir y evitar la producción o reincidencia de eventos similares. El propósito de esta actividad no es determinar la culpabilidad o responsabilidad civil o penal, de quienes estén involucrados en el suceso.

Consecuentemente, la difusión, distribución, copia y cualquier otro uso que se haga de la información contenida en este informe final con fines distintos a la prevención de futuros accidentes o incidentes, puede derivar en conclusiones e interpretaciones erróneas. Por lo que la entrega de ésta afectaría de manera directa las relaciones internacionales entre México y otros países u organismos internacionales, ya que la divulgación de la información que se desprende de la investigación de los accidentes y/o incidentes aéreos, afectaría en la pérdida de confianza entre los países participantes en una investigación, pudiendo afectar futuras investigaciones, esto debido a que México no es un país fabricante de aeronaves por lo que no cuenta con laboratorios y/o instalaciones especializados para la realización de las tareas complementarias de una investigación de sus componentes o de su planta motriz (motores).



1. Información sobre los hechos

1.1. Historia del vuelo

A las 17:30 UTC, Centro de Control México, sector Aproximación Guadalajara, autoriza la aproximación ILS Z a la pista 11 del aeropuerto de Guadalajara, en el audio extraído de la grabadora de voz (ver Adjunto A), no se presentó ni reportó ninguna condición anormal relacionada con la operación de la aeronave, se escucha que la tripulación realizan su briefing previo a la aproximación "Raw Data"¹, posteriormente al briefing de aproximación a pista 11 del Aeropuerto Internacional de Guadalajara, el Primer Oficial solicita al Comandante de la aeronave, autorización para hacer una aproximación manual, quien aceptó y procedió a revisar en conjunto la condición y distancia de pista, así como la componente del viento, misma que les es autorizada con Centro de Control Mazatlán, para poder iniciar el descenso y posterior hacer contacto con Torre Guadalajara (TWR GDL).

A las 17:46:13 UTC, se escucha y se comprueba con los datos del registrador de datos de vuelo, que el Primer Oficial quien iba en la posición de piloto volando (Pilot Flying), realizó la desconexión el Piloto Automático (AP), nueve segundos después desconectan el auto empuje (Auto Thrust, A/THR) para la aproximación y al cruzar 1,000 ft sobre el terreno (AGL, Above Ground Level) se encontraban estabilizados.

A las 17:51:18 UTC, al cruzar los 1,000 pies AGL, la aeronave se encontraba estabilizada, sin embargo, la velocidad de aproximación (Vapp) comenzó a subir un poco, aproximadamente Vapp + 5 kts (nudos), comienza a aumentar aproximadamente en 5 nudos, al observar esto, el primer oficial ajusta los aceleradores para reducir velocidad.

A las 17:52:24 UTC, al llegar a los 100 pies sobre el terreno, se presenta una reducción de velocidad traslacional, acompañada de un aumento en la actitud de la nariz, por lo que, el primer oficial nuevamente hace un ajuste al empuje de los motores, pero ahora es para recuperar velocidad, a las 17:52:39 UTC, el primer oficial trata de realizar la maniobra "FLARE"² y el Comandante de la aeronave; que se encontraba como piloto monitoreando, decide accionar el sidestick³ e intentar la maniobra "TAKE OVER"⁴, y el resultado fue provocar un "Dual Stick Input", ocasionando un incremento de la actitud del avión (nariz arriba en 09 grados) y de esta manera se produce un impacto de la parte posterior inferior del fuselaje contra el terreno (Tail Strike) y toque positivo de 2.48 Gs, existían condiciones meteorológicas visuales al momento del suceso. Los 216 pasajeros y los 7 miembros de la tripulación resultaron ilesos. La aeronave con daños menores en la piel.

Al ingresar a la posición 43, los tripulantes le informan al técnico de mantenimiento, de la impresión automática del reporte No. 15 del ECAM (Electronic Centralized Aircraft Monitor), minutos después, el técnico ingresa a la cabina, y les informa, que también se había presentado un Tail-Strike.

¹ Volar contando con referencias de vuelo básicas de cabeceo y alabeo para mantener el control de la navegación y la guía de la aeronave (lateral y vertical), sin contar con una referencia automática de los directores de vuelo. Al termino opuesto se le denomina COMPUTER DATA y consiste en la utilización de los directores de vuelo provenientes del procesamiento de la guía vertical y lateral del sistema AFS (Autoflight System). Se utiliza para mantener una competencia de vuelo manual de los pilotos debido a que en algunas fallas ocurren con degradación del AFS.

² El flare sigue a la fase de aproximación final y precede al toque con la pista y carrera de aterrizaje. En el flare, la nariz de la aeronave se levanta, reduciendo la velocidad de descenso y, por lo tanto, crea un aterrizaje más suave, y se establece la actitud adecuada para el toque con la pista.

³ El sidestick es una palanca de control que se encuentra en la consola lateral del piloto, generalmente en el lado derecho. Normalmente, se encuentra en aeronaves equipadas con sistemas fly-by-wire.

⁴ Tomar el control de la aeronave

ACT / FOJ / CCG / CSRV / JCC / LVRQ



Fig.1.1.a. Daño en la piel inferior

1.2. Lesiones a personas

Lesión	Tripulación	Pasajeros	Otros	Total
Fatales	0	0	0	0
Graves	0	0	0	0
Leves	0	0	0	0
Ilesos	7	216	0	223

1.3. Daños ocasionados a la aeronave

Se realizó la inspección después de un aterrizaje forzoso y la correspondiente por el impacto de la sección posterior inferior del fuselaje. Se localizaron varios daños en el fuselaje exterior, incluyendo: desagüe del fuselaje de cola con daño, remaches sueltos y rotos, deformación de la piel, grietas, gubias, abolladuras, material faltante y arañazos fueron encontrados fuera de límites; también, durante inspecciones de la estructura interna, deformaciones en la piel interna, remaches sueltos y rotos, largueros y marcos rotos y estructura interna secundaria rota, se encontraron fuera de los límites.

En la cuaderna 70, se inspeccionó el mamparo de presión trasera no se encontraron daños. Se localizaron daños externos: desde el larguero 42 LH a la bahía (larguero 40 RH - larguero 41 RH). Desde la bahía (cuaderna 60 - cuaderna 61), a bahía (cuaderna 69 - cuaderna 70). Localización de daños internos: Desde larguero 33 LH a larguero 34 RH, desde la bahía (larguero 60 - larguero 61) a bahía (larguero 69 - larguero 70). Todas las inspecciones estructurales internas se realizaron desde la cuaderna 25 LH a cuaderna 25 RH y desde larguero 50 a larguero 70.

1.4. Otros daños

No se ocasionaron daños a la superficie de la pista de asfalto, en los 30 metros.

1.5. Información sobre el personal

1.5.1. Comandante de la aeronave

De nacionalidad rVER 1 deVER 1 años.

Licencia de Piloto de Transporte Público Ilimitado de Ala Fija, númeroVER 1

Vigencia: 28 de noviembre 2022 – 10 de octubre 2025

Constancia de aptitud psicofísica, fecha del examen: 12 de septiembre de 2022

Capitán horas totales: 4,818.28 Hrs

Horas totales como Capitán en Volaris: 619.98 hrs (cierre al mes de julio)



Horas totales en los últimos tres meses en A321: 226.61 hr (mayo a julio 2023)

Horas totales de vuelo: 4,818.28 hr

Horas totales de vuelo en Julio de 2023: 75:07 hr.

Horas totales en el día del suceso: 05:42 hr.

Cursos	Fecha	Estatus
Capacitación y Adiestramiento Periódico para Pilotos en el equipo A320FAM.	16 junio de 2023	Vigente
Última Evaluación de Competencia en Simulador en equipo FAM A320	14 junio de 2023	Vigente
Prácticas de emergencias ⁵	14 de junio 2023	

Cursos factores humanos	Fecha	Estatus
Administración de los recursos de la tripulación CRM/TEM.	01 junio de 2023	Vigente
CFIT/ALAR Vuelo controlado hacia el terreno/Reducción de accidentes en la aproximación y aterrizaje.	01 junio de 2023	Vigente

1.5.2. Primer Oficial

De nacionalidad VER 2 de VER 2 años.

Licencia de Piloto Comercial de Ala Fija/Commercial Pilot- Airplane, numero VER 2

Constancia de aptitud psicofísica, fecha del examen: 28 de febrero de 2023

Horas totales como Primer Oficial en Volaris: 942.22 hr (cierre al mes de julio)

Horas totales en los últimos tres meses en A321: 224.95 hr (mayo a julio 2023)

Horas totales de vuelo: 942.22 hr

Horas totales de vuelo en Julio de 2023: 79:38 hr

Horas totales en el día del suceso: 05:42 hr.

Cursos	Fecha	Estatus
Capacitación y Adiestramiento Periódico para Pilotos en el equipo A320FAM.	05 y 06 octubre de 2021	Vigente
Última Evaluación de Competencia en Simulador en equipo FAM A320	30 abril de 2023	Vigente
Prácticas de emergencias	26 de octubre 2022	

Cursos factores humanos	Fecha	Estatus
Administración de los recursos de la tripulación CRM/TEM.	04 octubre de 2022	Vigente
CFIT/ALAR Vuelo controlado hacia el terreno/Reducción de accidentes en la aproximación y aterrizaje.	04 octubre de 2022	Vigente

⁵ Los procedimientos de emergencia, dentro de la Capacitación a los pilotos se consideran lo siguiente:

- Parte Teórica:
 - Sección 2 del "Adiestramiento Periódico" Procedimientos Anormales y de Emergencia
 - Curso "CFIT/ALAR Vuelo controlado hacia el terreno/Reducción de Accidentes en Aproximación y Aterrizaje"
 - Módulo 5 del "Curso CRM/TEM"
- Parte Práctica:

Sección 4 del "Adiestramiento Periódico" Fase Práctica Maniobras (simulador)



1.6. Información sobre la aeronave

La aeronave cuenta con un Certificado de Aeronavegabilidad número 20230309, vigente al 05 de febrero de 2025, categoría Transporte, tiene una configuración de 239 asientos para pasajeros y 7 para los tripulantes. No tiene modificaciones al certificado de tipo.

	Marca	Modelo	Tiempo Total	Ciclos
Planeador	Airbus	A321-271NX	1,637:30	813
Motor posición 1	Pratt & Whitney	1133GA-JM	1,637:30	813
Motor posición 2	Pratt & Whitney	1133GA-JM	1,637:30	813

Inicio de operaciones: 06 Mar 23

Peso máximo de despegue: 93,500 kg

Peso máximo de aterrizaje: 79,200 kg

Empuje de motores⁶: 14,850.61 Kg

1.6.1. Registros de mantenimiento

Folio de bitácora 1599325 | Fecha: 05 Ago'23

Item 1	PIREP: HARD LANDING AND TAILSTRIKE DURING LANDING
--------	---

Folio de bitácora 1599324 | Fecha: 05 Ago'23

Item 1	MAREP: PERFORM TRANSIT CHECK. MAINTENANCE: PERFORMED TRANSIT CHECK IAW FORM VOI-TT-103 REV.04.
--------	---

Folio de bitácora 1599323 | Fecha: 05 Ago'23

Item 1	PIREP: ECAM WARNING COND FWD CRG HEAT FAULT DISPLAYED DURING FLIGHT PHASE 1. MAINTENANCE: 1 IS DEFERED BY MEL 21-43-01-B CAT "D" DMI 55388 MCC CTL 38779 PLACARD INSTALLED. DMI ESTATUS ABIERTO AL DÍA DEL EVENTO.
--------	--

Folio de bitácora 1599323 | Fecha: 05 Ago'23

Item 1	PIREP: ECAM WARNING COND FWD CRG HEAT FAULT DISPLAYED DURING FLIGHT PHASE 1. MAINTENANCE: 1 IS DEFERED BY MEL 21-43-01-B CAT "C" DMI 55388 MCC CTL 38779 PLACARD INSTALLED. DMI ESTATUS ABIERTO AL DÍA DEL EVENTO.
--------	--

Folio de bitácora 1578794 | Fecha: 31 Jul'23

Item 1	PIREP: BRAKE #4 TEMP INDICATOR IN CROSSES. MAINTENANCE: OPEN DMI #55387 BRAKE #4 TEMP. INDICATION CROSSES ON WHEEL PAGE MEL 32-07-01-A, CAT "C" MCC CTRL #38649 PLACARD INSTALLED (BRAKE #4). SE EFECTUÓ PRUEBA OPERACIONAL DE BRK TEMP SYST, PRUEBA SATISFACTORIA, SE CIERRA DMI 55387 EL 03 DE AGOSTO 2023.
--------	---

Folio de bitácora 1578758 | Fecha: 25 Jul'23

Item 1	PIREP: ELEC APU GEN FAULT. MAINTENANCE: OPEN DMI No. 55373 MCC CTL No. 38443 CAT "C" MEL REF 24-23-01-A "APU GEN INOP" PLACARD INSTALLED. SE REMPLAZÓ APU GEN SE EFECTUARON PRUEBAS SIENDO SATISFACTORIA SE CIERRA DMI 55373 EL 31 DE JULIO 2023.
--------	---

⁶ Nivel medio del mar, condiciones de atmósfera estándar (MSL & ISA)



1.6.2. Performance de la aeronave

Peso de aterrizaje: 73,173 kg
Temperatura: 25°
Viento: 140°/08 kt
Condición de pista: Seca
Posición centro de gravedad: 24.7 % MAC⁷
Distancia requerida para aterrizar: 2,260 mt
Gradiente de ascenso 1 motor inoperativo requerido: 3.4%

.....X1.....X2.....

X1: Toque

X2: Distancia de Aterrizaje Requerida

Peso de despegue:	80,175 kg	Peso máximo de despegue	93,500 kg
Peso de aterrizaje:	73,173 kg	Peso máximo de aterrizaje	79,200 kg
Pasajeros:	223 / 17036 kg		
Compartimiento 1:	976 kg		
Compartimiento 2:	100 kg		
Compartimiento 3:	1792 kg		
Compartimiento 4:	746 kg		
Compartimiento 5:	0 kg		
Carga de paga total:	20650 kg		
Centro de gravedad despegue:	23.8 % MAC	Unidad índice 45.8	Límites 29.86 ---x----- 87.12
Centro de gravedad aterrizaje:	24.7% MAC	Unidad índice 49.1	Límites 22.43 ----x----- 87.73

1.6.3. Procedimientos operacionales

1.6.3.1. Concepto RAWDATA

La evolución en la industria tecnología aeronáutica ha dado como resultado un confiable grado de automatización, sin embargo, con el tiempo y la llegada de nuevas generaciones de pilotos profesionales se ha desarrollado de manera gradual la pérdida de habilidades (skills).

Se reconoce la necesidad respecto a “mantener” las habilidades de vuelo manual de los pilotos: Esto significa volar la aeronave contando con referencias de vuelo básicas de actitud (pitch and roll) para mantener el control de la navegación y la guía de la aeronave (lateral y vertical), sin contar con una referencia automática de los directores de vuelo.

1.6.3.2. Análisis de la FDA⁸

El plan de vuelo elaborado calculado considerando BJX como aeropuerto alterno, se tenía un MDF (Minimum Diverted Fuel) consideraba 2,165 kg., equivalente a 54 minutos de vuelo, el vuelo VOI 488 tenía un ETD (Estimated Time Departure) de 15:06 UTC del 05 de agosto de 2023 y un ETA (Estimated

⁷ MAC: Mean Air Chord | Cuerda Media Aerodinámica

⁸ Programa de Análisis de datos de vuelo (FDA, Flight Data Analysis), también conocido como Monitoreo de datos de vuelo (FDM) o Aseguramiento de calidad de las operaciones de vuelo (FOQA), diseñado para mejorar la seguridad del vuelo mediante: Identificar los riesgos de seguridad operacional; se basa en el análisis rutinario de los datos registrados durante el vuelo. Estos datos se comparan con envoltorios y valores predefinidos, para comprobar si la aeronave ha volado fuera del alcance de los procedimientos operativos estándar (eventos de seguridad); y tomar las acciones necesarias para reducir estos riesgos; cuando el programa destaca un evento de seguridad, el análisis estadístico evaluará si es aislado o parte de una tendencia, se toman medidas apropiadas para tomar acciones correctivas si es necesario.



Time Arrival) de 17:46 UTC del 05 de agosto de 2023, de igual manera el nivel de crucero del vuelo fue FL350.

Hora UTC	Acción	Posición	Velocidad Indicada (kt)	Altitud (ft)	Rumbo magnético (°)	Velocidad vertical (ft/min)	Cabeceo (Pitch °)	Alabeo (Roll °)
17:46:13	Primer Oficial desengarza el Piloto Automático (AP)	20.6993N 103.5314W	188	10516	191.25	-655	1.0	4.9
17:46:22	Primer Oficial desengarza el Auto Thrust (A/THR)	20.6911N 103.5352W	184	10440	193.36	-498	0.0	2.5
17:49:51	Bajan Tren de aterrizaje	20.5854N 103.4342W	179	6916	108.63	-908	0.0	-0.4
17:50:14	Configuración de flaps 3	20.5771N 103.4145W	169	6540	107.58	-1051	-2.0	-0.7
17:51:18	Aproximación Final (1000 ft RA)	20.5588N 103.3704W	142	5684	106.88	-869	-1.0	0.4
17:52:24	Thrust Levers en IDLE	20.5414N 103.3285W	142	4940	106.88	-549	0.0	-2.1
17:52:36	Cruza el Umbral de la pista 11	20.5383N 103.3203W	131	4788	108.98	-721	1.0	0.0
17:52:39	Momento del impacto en pista	20.5375N 103.3189W	126	4708	111.09	-1285	9.0	2.1
17:52:40	Toca el Tren de aterrizaje Principal	20.5373N 103.3183W	125	4716	110.74	-1138	7.0	-4.6
17:52:43	Toca el Tren de nariz	20.5365N 103.3161W	124	4728	110.04	-178	1.0	-0.4
17:52:47	Armado de Reversas	20.5355N 103.3141W	112	4716	109.34	-175	0.0	-0.4
17:53:41	Termina carrera de aterrizaje	20.5315N 103.3021W	42	4740	50.98	-3	-1.0	-0.4

La fase de descenso y aproximación a la pista 11 del Aeropuerto Internacional de Guadalajara, se efectuó sin contratiempos; a los 260 ft RA (Radio Altitud) al terreno fue donde se registró un hundimiento provocando el impacto en la parte trasera inferior del fuselaje, registrando hasta 9.0° de cabeceo (pitch).

1.7. Condiciones meteorológicas

Con base en la carpeta meteorológica no se tenían previstas condiciones meteorológicas adversas al ETA en GDL y el METAR aplicable a la hora del aterrizaje fue el siguiente:

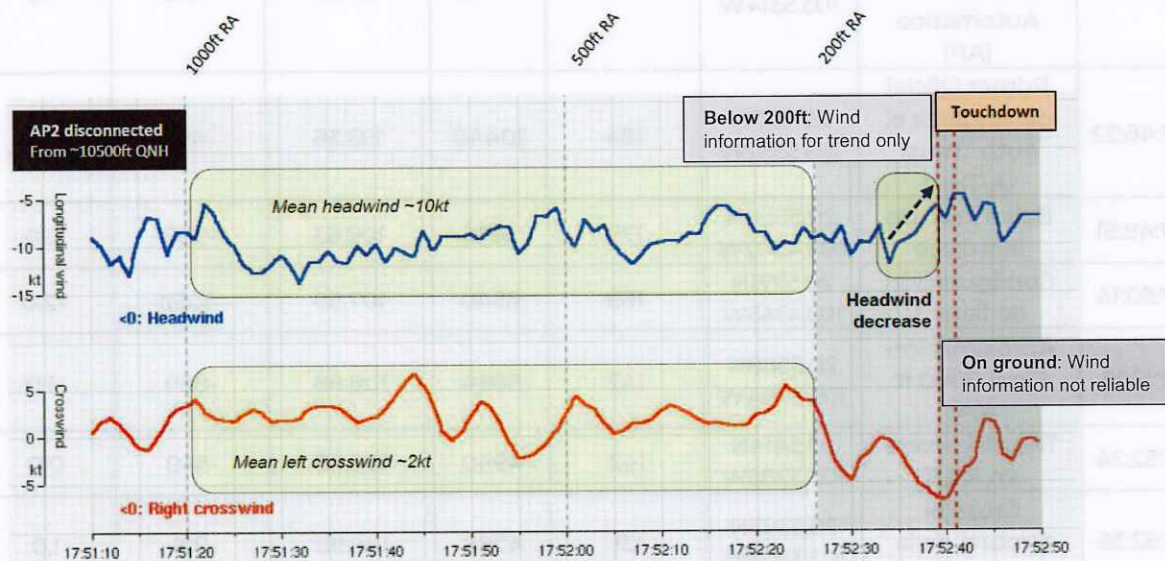
MMGL 051740Z 14008KT 10SM FEW015 BKN100 25/13 A3025 RMK SLP127 57006 917 8/170



Dirección del viento a 140° y 08 kt de intensidad, visibilidad de 10 millas estatutas, algunas nubes a 1,500 ft y nubosidad a 10,000 ft, temperatura de 25°C y punto de rocío 13°C, altímetro 30.25 Hg.

1.7.1. Cambios de intensidad del viento

En la parte final de la aproximación, la información sobre el viento calculada por la Unidad de Referencia Inercial de Datos del Aire (ADIRU), registrada por el FDR y proyectada en los ejes de las aeronaves fue la siguiente:



Las variaciones longitudinales y laterales del viento fueron:

Entre 1,000ft RA⁹ (17:51:20 UTC) y 200 ft RA (17:52:26 UTC), el viento promedio registrado por el FDR vino de 094° a 10 kt:

- El componente promedio del viento de frente fue alrededor de 10kt.
- El componente de viento cruzado de la izquierda en promedio fue de alrededor de 2 kt.

En los últimos 85 ft, la aeronave encontró una disminución del viento en contra de 6kt.

1.8. Ayudas para la navegación

De acuerdo con el plan de vuelo operacional la ruta para la navegación fue MMTJ TUMA2B TUMAP UT4 LMM UJ3 MZT UJ7 LONVA LONVID MMGL, las ayudas para el aterrizaje era ILS, VOR DME, las ayudas terrestres visuales eran PAPI (3.0°) a lado izquierdo de la pista. El procedimiento utilizado fue la aproximación RNP ILS Z a la pista 11 en GDL, se muestra en el PIA (ver Adjunto B de este documento).

1.9. Comunicaciones

La tripulación de vuelo se comunicó con los servicios de Centro de Control México en la frecuencia 113.9 Mhz, posteriormente cambio con Torre de Control en la frecuencia 120.8 Mhz, la transcripción de las comunicaciones se muestra en el Adjunto A de este documento.

⁹ Radio Altímetro



1.10. Información de aeródromo

Nombre Oficial: Aeropuerto Internacional Miguel Hidalgo y Costilla

Código OACI/IATA: MMGL/GDL

Coordenadas de Referencia: 20° 31' 18.61"N, 103° 18' 40.12" W

Elevación nivel medio del mar: 1,528 m (5,013 ft)

Temperatura de referencia: 31° C

Variación magnética / cambio anual: E 6.0°

Distancias declaradas:

Designador	Largo	Ancho	Superficie	TORA	LDA	TODA	ASDA
11	4,000	60	Asfalto	4000	4000	4000	4000

1.11. Registradores de vuelo

1.11.1. Registrador de datos de vuelo

La aeronave tenía instalada un registrador de datos de vuelo marca L3 Harris, modelo PN 7100-0200-00 SN 002068297, el cual estaba instalado en la parte posterior detrás de la sección de baños, el cual fue rescatado sin daños, los datos crudos fueron bajados en las instalaciones del operador en la Ciudad de Toluca, Estado de México, en presencia del investigador a cargo de la DAAIA. Los datos crudos fueron enviados con el fabricante de la aeronave, obteniéndose las gráficas mostradas en el Adjunto C de este documento.

1.11.1.1. Lectura y análisis de los datos de vuelo

El siguiente análisis se basa en los datos extraídos del FDR.

En el informe de utilizan:

- CM1 refiere al piloto en el asiento izquierdo
- CM2 refiere al piloto en el asiento derecho.

1.11.1.2. Condición inicial

A 1,000 ft RA (17:51:20 UTC), la aeronave tenía la siguiente configuración:

Configuración de la aeronave

- El peso de la aeronave era de 73.8 toneladas menor al peso máximo de aterrizaje
- El centro de gravedad era de 21.6%
- La aeronave estaba con configuración FULL (Slats/Flaps 27°/34°)
- El tren de aterrizaje estaba seleccionado en bajado
- Los spoilers de tierra estaban armados
- El autobrake se encontraba armado en modo LOW

Estatus del director de vuelo (FD) y del auto-pilot (AP)

- El piloto automático 2 (AP2) fue desactivado voluntariamente a ~ 10500ft QNH (17:46:12 UTC) y la aeronave fue tomada manualmente por CM2.
- Ambos directores de vuelo (FD's) fueron desactivados voluntariamente 9 seg. después el AP2.

Velocidad

- Autoempuje (A/THR) fue desconectado.
- La Velocidad de referencia (VLS) registrado fue de 131 nudos
- La velocidad (speed target) se manejó a 136 nudos (VLS + 5 kt)
- La velocidad calibrada fue 142 nudos (speed target + 6 nudos)



Actitud y trayectoria

- El régimen de descenso aproximado fue de 850 ft/min
- El ángulo de cabeceo fue de +1.5° (nariz arriba)
- Rumbo de 107° (QFU 108°)
- El ángulo de deriva era de +1.5° (la nariz de la aeronave hacia la izquierda de la pista).
- La aeronave se encontraba en la pendiente de planeo y del localizador

1.11.1.3. Aproximación final

Desde los 1,000 ft RA (17:51:20 UTC) a los 250 ft RA (17:52:22 UTC)

En el eje longitudinal

- El movimiento del sidestick del CM2 varió entre 3/5 de la deflexión total nariz arriba y la mitad nariz abajo:
 - o El ángulo de cabeceo varió entre +5° y +0.5° (nariz arriba).
- Régimen de descenso vario entre 350 ft/min y 900 ft/min.
- La velocidad (speed target) vario entre 136 kt y 137 kt.
- La velocidad calibrada (CAS) presento una variación entre 132kt (speed target - 5kt) y 144kt (speed target + 8 kt).
- La desviación de la pendiente de planeo alcanzada ~1/3DOT la cual estuvo por debajo de los 500 ft RA.

En el eje lateral

- El movimiento del sidestick del CM2 varió entre 2/3 de deflexión derecha completa y 4/5 de izquierda:
 - o El ángulo de giro varió entre -5° (ala izquierda abajo) y +3° (ala derecha abajo).
- No se registró ninguna entrada significativa del pedal del timón.
- El rumbo varió entre 108° y 105° (QFU 108°).
- El ángulo de deriva varió entre +2.5° y -1.5° (la nariz de la aeronave hacia la izquierda y la derecha de la pista).
- La aeronave estaba en el localizador.

1.11.1.4. De los 250 FT RA

De los 250 ft RA (17:52:22 UTC) al toque con la pista (17:52:39 UTC)

En el eje longitudinal

- El movimiento del sidestick del CM2 varió entre 2/3 de la deflexión total nariz abajo y la mitad nariz arriba. En los últimos 10 ft, el CM1 aplicó dos movimientos de nariz abajo (entrada dual) hasta 3/4 de deflexión completa:
 - o Ángulo de cabeceo varió entre -1.5° (nariz abajo) y +9.7° (nariz arriba).
- El régimen de descenso varió entre 500 ft/min y 1,050 ft/min.
- La velocidad (speed target) se mantuvo a 136 kt.
- A 250ft RA, las palancas de empuje fueron colocadas a +6° (cerca de IDLE), luego a 45 ft RA, fueron empujadas a +19° (entre IDLE y CLIMB).
- La velocidad calibrada (CAS) disminuyó de 144 kt (speed target + 8 kt) a 125 kt (VLS-6 kt).
- La desviación de la pendiente de planeo alcanzo 1/2DOT por encima de la trayectoria de planeo alrededor de 200 ft RA.

En el eje lateral

- El movimiento del sidestick del CM2 varió entre un 3/4 de la deflexión total a la izquierda y derecha. En los últimos 10 pies, CM1 aplicó ligeras órdenes de alabeo hacia la izquierda y hacia la derecha (entrada dual)
 - o El ángulo de alabeo varió entre -4.5° (ala izquierda abajo) y +3.5° (ala derecha abajo).



- Se aplicó una cuarta parte de la presión total del pedal del timón hacia la izquierda justo antes del aterrizaje.
- El rumbo varió entre 107° y 111° (QFU 108°).
- El ángulo de deriva varió entre +1.5° y -3.5° (la nariz de la aeronave hacia la izquierda y a la derecha de la pista).
- El avión estaba en el localizador.

1.11.1.5. Contacto con la superficie de la pista

A las 17:52:39 UTC: La aeronave hace el primer contacto con la superficie de la pista

El eje longitudinal

- +9.7° de ángulo de cabeceo.
- 10 ft/s (± 2 ft/s) de la velocidad vertical recalculada de la aeronave.
- +2.48G de carga vertical.
- CAS 125 kt.
- PLD comenzó a extenderse.

El eje lateral

- +0.5° de ángulo de alabeo (ala derecha abajo).
- 111° de rumbo (QFU 108°).
- -3.5° de ángulo de deriva (la nariz de la aeronave estaba hacia la derecha del eje de la pista).
- -0.18G de carga lateral.

Entre 17:52:39 UTC y 17:52:41 UTC: Descompresión parcial de las piernas principales del tren de aterrizaje.

En el eje longitudinal

- El radio altímetro aumento a +1 ft:
 - o La pierna derecha del tren de aterrizaje registró brevemente una descompresión
 - o El factor de carga vertical se redujo a +0.61 G.
- El movimiento del sidestick del CM2 varió entre 2/3 de la deflexión completa de la nariz abajo y la deflexión completa de la nariz arriba. La entrada del sidestick del CM1 varió entre un tercio de la deflexión de nariz abajo y 2/3 de nariz arriba.
 - o El ángulo de cabeceo disminuyó de +9.7° a +3.5° (nariz arriba).
- Los spoilers de tierra se extendieron parcialmente (PLD).
- El CAS continuó disminuyendo de 125 kt a 121 kt (VLS-10 kt).
- La posición de las palancas de empuje varió entre +6° (cerca de IDLE) y +21° (cerca del CLIMB). Justo antes del segundo toque con la pista, las palancas de empuje comenzaron a retractarse a la posición de IDLE.

En el eje lateral

- El movimiento del sidestick del CM2 varió entre un cuarto de la deflexión total a la izquierda y 3/4 de la deflexión completa a la derecha. El movimiento del sidestick del CM1 varió entre un cuarto de la deflexión completa a la izquierda y la mitad de la deflexión completa a la derecha (doble acción de mando, dual input):
 - o El ángulo de alabeo a la izquierda alcanzó -4.5° y luego disminuyó a 0°.
- Se aplicó una entrada de pedal de timón hacia la izquierda hasta 1/5 de la deflexión completa:
 - o El rumbo disminuyó de 111° a 110° (QFU 108°).
 - o El ángulo de deriva disminuyó de -3.5° a -2.5° (la nariz de la aeronave hacia la derecha del eje de la pista).

A las 17:52:41 UTC: Segunda compresión de las piernas principales del tren de aterrizaje

La aeronave aterrizó por segunda vez con:



En el eje longitudinal

- +3.5° de ángulo de cabeceo.
- +1.83G de factor de carga vertical.
- CAS 121 kt.
- Los spoilers de tierra comenzaron a extenderse por completo.

En el eje lateral

- Nulo ángulo de alabeo.
- 110° de rumbo (QFU 108°).
- -0.12 G de factor de carga lateral.

1.11.1.6. Desaceleración

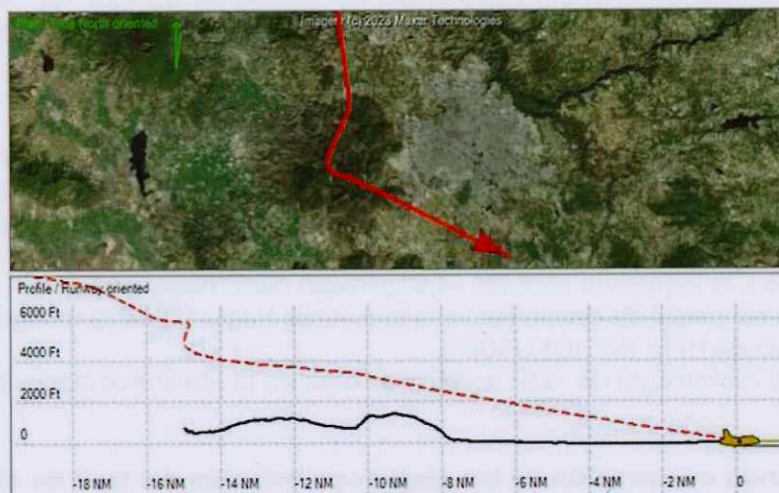
A partir de las 17:52:41 UTC:

- Movimientos de los sidesticks de nariz arriba fueron aplicadas por ambos CM1 y CM2 (de manera simultánea) hasta 3/5 de la deflexión total:
 - o El ángulo de cabeceo decreció hasta 0°.
 - o La pierna de nariz del tren de aterrizaje comenzó a registrar después de haberse comprimido, 2 segundos después del segundo toque con la superficie de la pista.
- Los spoilers de tierra se extendieron completamente.
- 4 segundos después del segundo contacto con la pista, el empuje REV IDLE fue seleccionado por 13 segundos.
- 18 segundos después en la carrera de aterrizaje, se aplicó el frenado manual, lo que llevó a desactivar la función del freno automático.
- La aeronave desaceleró sin incidentes.

1.11.2. Grabadora de voz

La aeronave tenía instalada una grabadora de voz marca L3 COM, modelo PN 7100-0200-00 SN 002068297, el cual estaba instalado en la parte posterior delantera, el cual fue rescatado sin daños, los datos crudos fueron bajados en las instalaciones del operador en la Ciudad de Toluca, Estado de México, en presencia del investigador a cargo de la DAAIA. Se convirtió el audio y se obtuvieron cuatro audios digitales de 15:07:07 horas de grabación la transcripción se centró en el momento de la aproximación hasta el momento del tailstrike, el cual se muestra en el Adjunto C de este documento.

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



1.12.a. Trayectoria de la aproximación final respecto a la altitud y distancia al umbral



Al momento del aterrizaje brusco con la superficie de la pista la parte inferior de la sección trasera de la aeronave resultó con daños por abrasión contra el terreno, sin embargo, ningún componente, superficie de control resultó dañada. El de la sección inferior de la parte posterior de la aeronave contra la superficie de la pista se realizó a 1,146 pies del umbral de la cabecera 11 y se arrastró aproximadamente 100 pies.

1.13. Información médica y patológica

Después de ocurrido el suceso la Autoridad Aeronáutica no le requirió a la tripulación de cabina de pilotos un examen de antidopaje. Posteriormente la Dirección de Medicina de Aviación les realizó un examen de actitud psicofísica, dictaminado que ambos pilotos se encontraban aptos.

1.14. Incendio

Por la ocurrencia de este suceso no se declaró ningún conato de incendio.

1.15. Supervivencia

No fue necesario realizar la evacuación de la aeronave, así tampoco existieron quejas por parte de los pasajeros.

1.16. Ensayos e investigaciones

Se realizó el análisis de los datos extraídos del registrador de datos de vuelo, desde la aproximación final de la aeronave, hasta el momento en que se realiza la segunda descompresión de los cilindros de las piernas del tren de aterrizaje, el cual consiste en:

A 1,000 ft RA (17:51:20 UTC), la aeronave tenía la siguiente configuración:

Con base en la información extraída del registrador de datos de vuelo se determinó que la tripulación de vuelo desengarzo el piloto automático (AP2) a 10,500 ft QNH (17:46:12 UTC), la aproximación final fue controlado manualmente por el CM2 con el autoempuje (A/THR) desconectado. La velocidad (speed target) fue administrada manualmente.

Ambos directores de vuelo (FD's) fueron desengarzados voluntariamente 9 seg., después, el AP2 a través de los botones ubicados en la unidad de control de vuelo (FCU).

Desde los 1,000 ft RA (17:51:20 UTC) a los 250 ft RA (17:52:22 UTC)

De acuerdo con los CRITERIOS DE ESTABILIZACIÓN FCOM PRO-NOR-SOP-18 y la confirmación de los parámetros de vuelo definidas en los PARÁMETROS DE VUELO FCOM PRO-NOR-SCO pueden considerarse como estabilizadas de los 1,000 ft RA hasta los 500 ft RA.

De los 250 ft RA (17:52:22 UTC) al toque con la pista (17:52:39 UTC)

A los 250ft RA, con una velocidad de 144kt (speed target +8kt), la tripulación de vuelo movió las palancas de empuje cerca de IDLE. Como consecuencia, el empuje disminuyó y el CAS comenzó a disminuir gradualmente. Posteriormente el CM2 aplicó varios movimientos del sidestick comandando nariz abajo seguidas de varias órdenes del sidestick de nariz arriba, consecuentemente:

- El ángulo de cabeceo disminuyó de +1,5° a -1,5° luego aumentó hasta +4,5°.
- El régimen de descenso aumentó de 500 ft/min a 1,000 ft/min luego disminuyó a 550 ft/min.

Entre 110ft RA y 60ft RA, el CM2 aplicó varias órdenes del sidestick nariz abajo, hasta 2/3 de la deflexión total y llevó el ángulo de cabeceo a disminuir a 0° y el régimen de descenso aumento hasta 1,050ft/min (alrededor de 50ft RA). Al mismo tiempo, sin ajuste de empuje, el CAS continuó disminuyendo por debajo de la velocidad speed target, alcanzando el VLS alrededor de 80 ft RA.



Luego, de acuerdo con el análisis del viento la aeronave encontró una disminución de viento de frente de 6 kt en los últimos 85 ft. Consecuentemente, esta variación del viento de frente contribuyó a disminuir el CAS, alcanzando un mínimo de 125 kt (VLS-6kt) al momento del toque con la pista. Probablemente para contrarrestar esta disminución de velocidad, la tripulación movió las palancas de empuje hasta +19° (entre IDLE y CLIMB) antes del toque con la pista, sin efecto significativo en el empuje de los motores. A 60 ft RA, comenzó con un régimen de descenso significativo, la maniobra flare fue iniciada por el CM2 con una orden de nariz arriba y condujo a:

- El ángulo de cabeceo aumento hasta +9.7° con un régimen de cabeceo alto que alcanza +5°/s.
- El régimen de descenso disminuyo a 600 ft/min antes del toque con la pista.

Nota 1: A medida que el ángulo de ataque actual alcanzó el valor α_{PROT} , la protección del ángulo de ataque alto se activó brevemente justo antes del toque con la pista, sin efecto en este suceso.

Luego se produjo una serie de movimientos de dual input desde 10 ft RA, que duró aproximadamente 5s: los movimientos del sidestick se registraron simultáneamente en ambos lados de CM1 y CM2, sin activación del botón de prioridad de control.

Nota 2: De acuerdo con el diseño, cada miembro de la tripulación de vuelo opera por separado su sidestick. Si los miembros de la tripulación de vuelo utilizan simultáneamente su sidestick, ambas entradas se suman algebraicamente.

Como resultado, la respuesta de la aeronave puede ser más dinámica de lo que espera el PF, incluso si las leyes de control de vuelo limitan el orden combinado al equivalente de la deflexión total del sidestick. La respuesta de la aeronave también puede ser menor de lo esperado si el otro miembro de la tripulación de vuelo mueve el sidestick en la dirección opuesta. Por lo tanto, la tripulación de vuelo nunca debe realizar entradas simultáneas, denominadas "entradas duales" y para las cuales se activan alertas auditivas y visuales de ENTRADA DUAL. Como se recomienda en el siguiente extracto del FCTM, únicamente un piloto debe volar a la vez.

 volaris A318/A319/A320/A321 FLIGHT CREW TECHNIQUES MANUAL	AIRBUS OPERATIONAL PHILOSOPHY DESIGN PHILOSOPHY FLY-BY-WIRE - UTILIZATION PRINCIPLES
USE OF SIDESTICK	

Only one flight crew flies at a time.

If the PM wants to act on the sidestick, the PM must:

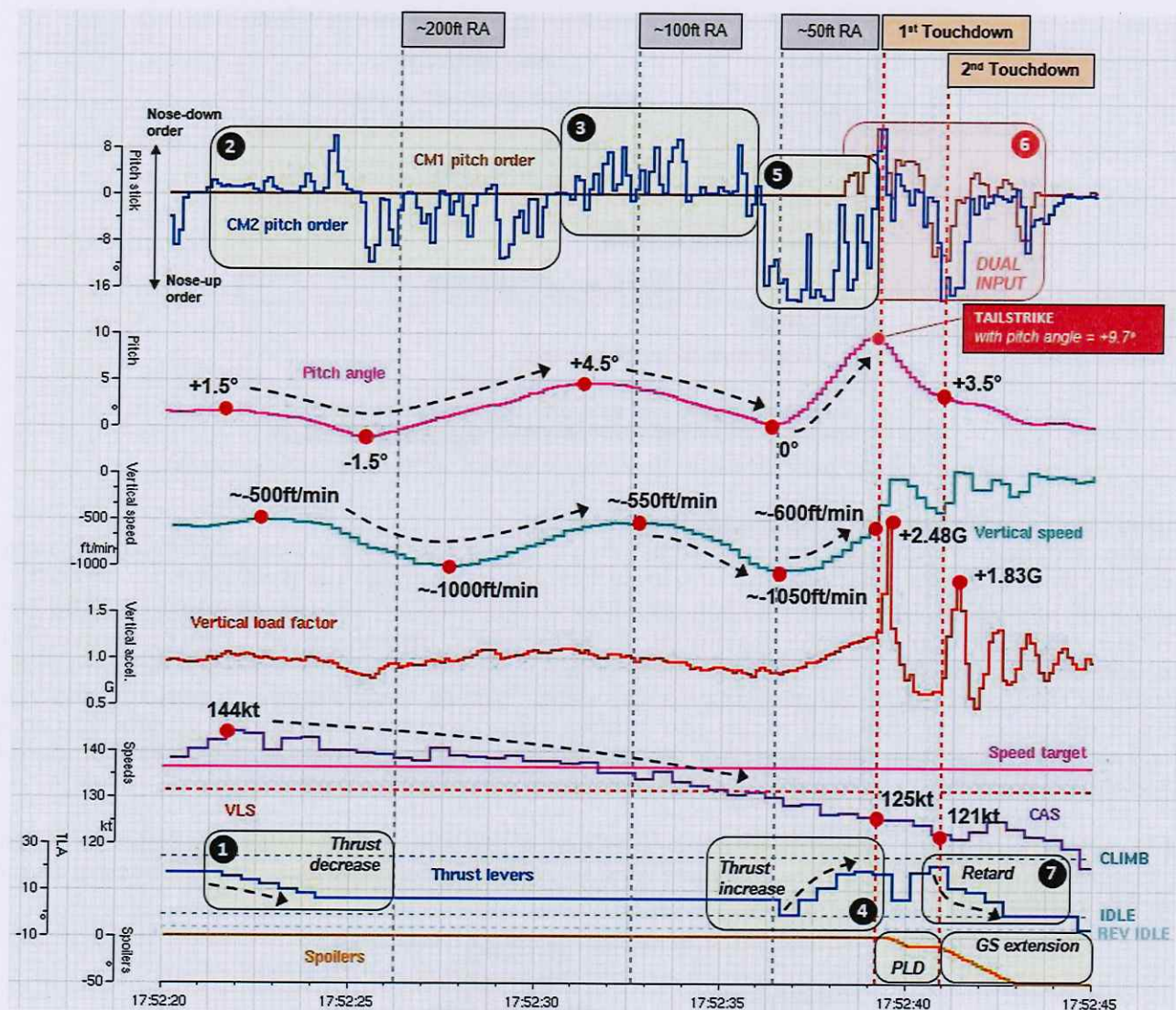
- Clearly announce "I have control"
- Press and maintain the sidestick pushbutton, in order to get full control of the Fly-By-Wire system.

The flight crew should keep in mind that sidestick inputs are algebraically added. Therefore dual inputs must be avoided, and will trigger aural and visual alerts.

Either flight crew can make an input on their sidestick at any time.

Either flight crew can deactivate the other flight crew's sidestick by pressing on their sidestick pb.

1.16.a. Extracto del FCTM AOP-10-30-20 de Volaris, sobre el uso del sidestick



1.16.b. Últimos 250 ft/Eje longitudinal

Como se describió anteriormente, se produjo una desestabilización en la fase de vuelo antes del toque con la superficie de la pista:

- Debido a la disminución de empuje ordenada y una disminución de viento de frente en los últimos 85 ft, el CAS disminuyó por debajo del VLS de 80 ft RA, excediendo la velocidad de umbral mencionado (velocidad preestablecida -5 ft).
- Debido a las órdenes al sidestick de nariz abajo, el régimen de descenso estuvo cercano o superior al límite inferior del régimen mencionado por la tripulación (>1,000 ft/min) en dos ocasiones en los últimos 200 ft.

Como se recomienda en el siguiente extracto del FCTM, la **tripulación de vuelo debe considerar realizar una maniobra de ida al aire** si no se mantiene la estabilidad de la aeronave hasta el aterrizaje.



 volaris A318/A319/A320/A321 FLIGHT CREW TECHNIQUES MANUAL	PROCEDURES NORMAL PROCEDURES STANDARD OPERATING PROCEDURES - GO-AROUND
GENERAL	
Failure to recognize the need for and to execute a go-around, when required, is a major cause of approach and landing accidents. Because a go-around is an infrequent occurrence, <u>it is important to be "go-around minded"</u> . The decision to go-around should not be delayed, as an early go-around is safer than a last minute one at lower altitude.	
CONSIDERATIONS ABOUT GO-AROUND	

DECISION MAKING

The flight crew must consider to perform a go-around if:

[...]

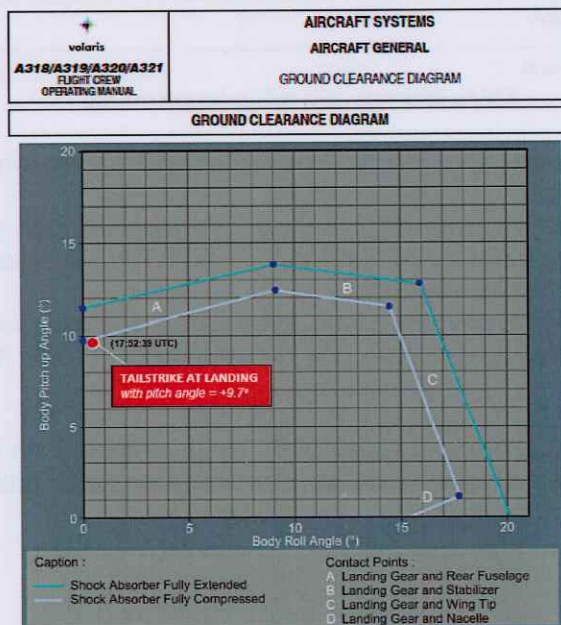
- The approach is unstable in speed, altitude, or flight path in such a way that stability is not obtained by 1 000 ft AAL in IMC or (500 ft AAL in VMC), or is not maintained until landing, or

1.16.c. Extracto del FCTM AOP-10-30-20 de Volaris, sobre el uso del sidestick

Toque con la superficie de la pista a las 17:52:39 UTC

Basado en el pequeño ángulo de alabeo registrado al momento del toque con la pista (+0,5°), esta lo hizo con ambas piernas del tren de aterrizaje principal. El toque fue duro (VRTG = +2.48G). La aeronave realizó el toque con la pista con las palancas de empuje cerca de la sección de CLIMB que inhibe la extensión completa de los alerones de tierra, pero permite el levantamiento parcial (PLD): Los alerones de tierra parcialmente desplegados. En el FCTM PR-NP-SOP-250 FLARE Y TOUCHDOWN, se recomienda que las palancas de empuje se desaceleren a la posición de IDLE a más tardar en el momento del toque con la pista, para asegurar la extensión automática de los alerones de tierra al momento del toque. El sistema de la aeronave mencionara RETARD que está disponible a partir de 20 ft RA para recordar a la tripulación de esta acción.

Como se menciona en el siguiente extracto de FCOM, el tailstrike (golpe de la parte posterior inferior de la aeronave) ocurrió cuando la aeronave tocó la superficie de la pista con las piernas del tren de aterrizaje principales comprimidos.



1.16.d. Extracto del FCOM DSC-20-40, diagrama de tierra



Como se explica en el FCTM PR-NP-SOP-250 TAILSTRIKE AVOIDANCE, las desviaciones de las técnicas de aterrizaje normales son las causas más comunes de golpes de cola:

- Permitir que la velocidad disminuya muy por debajo del Vapp¹⁰ antes de la MANIOBRA FLARE: Alcanzar la altura de flare a una velocidad demasiado baja el piloto tendrá que aumentar significativamente la altitud del cabeceo para reducir el régimen de descenso. Esto puede causar que el cabeceo vaya más allá del ángulo crítico.
- Régimen de descenso demasiado alto, justo antes de alcanzar la altura del flare: En caso de un régimen de descenso demasiado alto cercano al terreno, el piloto puede intentar evitar un toque firme con la superficie de la pista, manteniendo un régimen de cabeceo alto. Esta acción incrementará significativamente la actitud de cabeceo y, como resultado el incremento de sustentación puede ser insuficiente para reducir significativamente el régimen de descenso, un alto régimen de cabeceo puede ser difícil de controlar después del toque con la pista, particularmente en caso de rebote.

Entre 17:52:39 UTC y 17:52:41 UTC: Descompresión parcial de las piernas principales del tren de aterrizaje.

La energía del aterrizaje brusco (hard landing), parcialmente restaurada por los amortiguadores (shock absorbers), asociada a la inhibición de la extensión completa de los spoilers de tierra, provocó que las piernas del tren de aterrizaje principal tuvieran una descompresión parcial.

A las 17:52:41 UTC: Segunda compresión de las piernas principales del tren de aterrizaje

Las palancas de empuje fueron retraídas hasta la posición de IDLE en el segundo toque con la superficie de la pista y habilitó la extensión completa de los spoilers de tierra (ver figura 1.16.b.)

1.17. Información orgánica y de dirección

Información del operador/concesionario:

- a) Nombre Comercial: Volaris
- b) Razón Social: Concesionaria Vuela Compañía de Aviación S.A.P.I. DE C.V.
- c) Domicilio Fiscal: Av. Antonio Dovali Jaime No. 70, Torre B, Piso 13, Col. Zedec Santa Fe, Ciudad de México
- d) Número de AOC: VOI/2006
- e) Aeronaves: AIRBUS A320FAM

Configuración de flota y rutas operadas por Volaris

La flota está compuesta por aeronaves de la FAM A320, en tres diferentes versiones las cuales son:

3	Aeronaves A319
42	Aeronaves A320
51	Aeronaves A320NEO
10	Aeronaves A321
28	Aeronaves A321 versión A321NEO
134	Aeronaves

Las rutas autorizadas son 71 y sus destinos son México, Estados Unidos, Centroamérica y Sudamérica.

Capacitación

Capacitación y Adiestramiento Inicial para Pilotos en el Equipo A320FAM

¹⁰ Vapp: Velocidad de aproximación, es diferente para cada vuelo y está en función del peso, viento, atmósfera, etc.



- a) Clave del curso: CAIP-03/20
- b) Duración: 104:00 hr teoría, 40:00 hr práctica, 144:00 hr totales.
- c) Objetivo General: Los participantes obtendrán los conocimientos teóricos y prácticos de los procedimientos normales, anormales y de emergencia para la operación de una aeronave de la A320 FAM. Así como las funciones de los sistemas, la configuración de cabina de vuelo, listas de verificación, la coordinación de la tripulación, los procedimientos y estándares de la compañía, además de otras tareas relacionadas con la operación de la aeronave.
- d) Requisitos previos: Ser Piloto de Volaris con Licencia de Piloto Comercial o TPI Vigente.
- e) Conducción del curso: La fase teórica será impartida en las instalaciones que el Centro de Capacitación Técnica de Volaris especifique. La fase práctica se realizará en simuladores certificados por la Autoridad Aeronáutica y aprobados por Volaris.

Fase Practica

Esta fase práctica consiste en 40 horas de simulador, donde el evaluador considerará los eventos de cada sección.

Contenido de esta fase:

- Cockpit Preparation – (In Transit)
- Engine Start Normal/ Abnormal/ Crossbleed
- Taxi and Take Off /1 Engine Taxi Out
- EFB Management
- Go Around at Min & Intermediat
- RNAV STAR/APP
- Instrument Departure (SID/Vectors) TCAS RA [FLT 2.2.35]
- Holding and destination change
- Circling to Land
- Eng. Fire or fail after VI and cruise [FLT 2.2.27]
- Engine Relight

De acuerdo con las políticas de capacitación de la Organización se tiene autorizado por la Agencia Federal de Aviación Civil, el que se capacite a los pilotos nuevos en vuelos comerciales denominados "Habilitación en Ruta", bajo este esquema se pone a consideración del Comandante de la aeronave que el primer oficial realice vuelos manuales para que incremente sus conocimientos de volar la aeronave.

No existen políticas por parte de la organización, sobre el ascenso de primeros oficiales y cuantas horas de vuelo deben de tener para poder tomar el control de una aeronave y más con pasajeros.

En la Circular Obligatoria CO AV-12.1/07 RE, que establece los requisitos para la asignación y disposiciones generales para el personal de vuelo en las aeronaves comerciales y de estado distintas de las militares, en el numeral 7.2.4.1.1 establece que **"El Concesionario, permisionario u operador aéreo, no debe asignar a un piloto al mando o a un copiloto para que se haga cargo de los mandos de vuelo de un tipo o variante de un tipo de aeronave durante el despegue y el aterrizaje, a menos que dicho piloto haya estado a cargo de los mandos de vuelo como mínimo en tres despegues y tres aterrizajes, en los 90 días precedentes y en el mismo tipo de aeronave en un simulador de vuelo aprobado o aceptado por la Autoridad de Aviación Civil para tal efecto"**.

1.18. Información adicional

Volaris proporcionó el reporte de post vuelo:

A/C ID	DATE	GMT	FLTN	CITY	PAIR
.XA-VSC	05AUG	1517/1755	VOI488	MMTJ	MMGL

Advertencias/Mensajes de estatus de mantenimiento (Warning/Maintenance status messages)



GMT	PH	ATA	
1518	02	21-63	COND HOT AIR FAULT ,23080515180021430002COND FWD CRG HEAT FAULT ,23080517520027000008F/CTL

Mensajes de fallas (Failure messages)

GMT	PH	ATA	SOURCE	IDENT.
1518	02	21-43-51	FWD TRIM AIR VALVE	FWD CHC
1752	08	27-93-34	ELAC2-COM OR BUS2 FROM IR1	EFCS 1 EFCS 2

El reporte de postvuelo no registró ninguna falla del sistema que pudiera haber influido en el tailstrike y el firm landing.

2. Análisis

Tripulación de vuelo

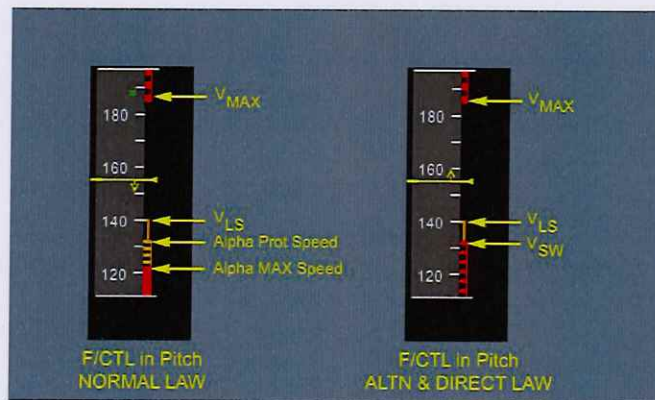
- 2.1. La tripulación de vuelo (Comandante y copiloto) eran titulares de la licencia de Piloto de Transporte Público Ilimitado de Ala Fija y de Piloto Comercial de Ala Fija respectivamente, estaban calificados para el vuelo de conformidad con la reglamentación vigente, así como estaban en condiciones médicas apropiadas y había descansado lo suficiente para las operaciones del vuelo.
- 2.2. El Comandante de la aeronave contaba con la calificación vigente para desempeñar sus funciones (piloto monitoreando), de acuerdo con las políticas de la organización.
- 2.3. El piloto al mando de los controles (primer oficial) contaba con pocas horas de vuelo y solicitó realizar un aterrizaje manual.
- 2.4. La actuación y las entrevistas de los pilotos indicaban que su conocimiento y comprensión de los sistemas de la aeronave eran adecuados, aunque por las evidencias muestran que ambos pilotos estuvieron actuando el sidestick en la fase de 60 ft RA al momento previo al momento del toque con la pista.

Operaciones de vuelo

- 2.5. El vuelo se realizó de acuerdo con los procedimientos del manual de operaciones de la compañía, que permite que pilotos nuevos en la organización desarrollen de manera gradual habilidades en el puesto de piloto volando, el cual deben realizar con referencias de vuelo básicas de actitud (cabeceo y alabeo) para mantener el control de la navegación y la guía de la aeronave (lateral y vertical), sin contar con una referencia automática de los directores de vuelo, todo esto bajo supervisión del Comandante de la aeronave con capacidad de instructor de vuelo, quien podrá determinar el momento adecuado en el que considere que el vuelo no es seguro para retomar los controles de la aeronave.
- 2.6. Se realizaron briefings y listas de comprobación aplicables a cada fase de vuelo.
- 2.7. Con base en la información extraída del registrador de datos de vuelo, cuando la aeronave se encontraba a 1,000 ft RA (17:51:20 UTC) sobre el terreno, la tripulación de vuelo desengarzó el piloto automático número dos (AP2) a 10,500 ft QNH (17:46:12 UTC), siendo controlada manualmente por el primer oficial (CM2) con autoempuje (A/THR) desconectado. La velocidad administrada manualmente.
- 2.8. En la fase de aproximación desde los 1,000 ft RA (17:51:20 UTC) a los 250 ft RA (17:52:22 UTC), de acuerdo con los CRITERIOS DE ESTABILIZACIÓN FCOM PRO-NOR-SOP-18 y confirmados con los parámetros de vuelo definidas en los PARÁMETROS DE VUELO FCOM PRO-NOR-SCO, fue realizada una aproximación estabilizada.



- 2.9. En el segmento de los 250 ft RA (17:52:22 UTC) la aeronave tenía una configuración con una velocidad de 144 kt (speed target +8 kt), la tripulación movió las palancas de empuje cerca de IDLE, como consecuencia, el empuje disminuyó y la velocidad CAS comenzó a disminuir gradualmente. Posteriormente el primer oficial (CM2) aplicó varios movimientos del sidestick comandando la aeronave nariz abajo seguidas de varias órdenes del sidestick de nariz arriba, como consecuencia el ángulo de cabeceo disminuyó de +1.5° a -1.5°, posteriormente aumentó hasta +4.5°, y el régimen de descenso aumentó de 500 ft/min a 1,000 ft/min, para posteriormente disminuir a 550 ft/min.
- 2.10. Entre 110 ft RA y 60 ft RA, el primer oficial (CM2) aplicó varias órdenes del sidestick de nariz abajo y llevó el ángulo de cabeceo a disminuir a 0° y el régimen de descenso aumentó hasta 1,050 ft/min (alrededor de 50 ft RA), al mismo tiempo, sin ajuste de empuje, la velocidad CAS continuó disminuyendo por debajo de la velocidad speed target, alcanzando la velocidad más baja seleccionada (VLS) alrededor de los 80 ft RA.
- 2.11. Alrededor de los 85 FT RA, de acuerdo con el análisis del viento la aeronave encontró una disminución de viento de frente de 6 kt, teniendo como consecuencia la disminución del CAS, alcanzando un mínimo de 125 kt (VLS-6 kt) al momento del toque con la pista.
- 2.12. La tripulación para contrarrestar esta disminución de velocidad desplazó las palancas de empuje hasta +19° (entre IDLE y CLIMB) antes del toque con la pista, sin efecto significativo en el empuje de los motores ni en la sustentación de la aeronave.
- 2.13. A 60 ft RA, se presentó en la aeronave un régimen de descenso significativo y la maniobra FLARE fue iniciada por el primer oficial (CM2) con una orden de nariz arriba, aumentando el ángulo de cabeceo de +9.7° con un régimen de cabeceo alto que alcanza +5°/s, así también, el régimen de descenso disminuyó a 600 ft/min antes del toque con la pista. Cabe señalar que a medida que el ángulo de ataque alcanzó el valor α PROT, la protección del ángulo de ataque alto se activó brevemente justo antes del toque con la pista.
- 2.14. Posteriormente, se registró una serie de movimientos de manera simultánea (Dual Input) ordenadas tanto por el Comandante de la aeronave (CM1) como por el primer oficial (CM2), desde los 10 ft RA, que duró aproximadamente 5s, sin ser activado el botón de prioridad de control.
- 2.15. Es importante hacer mención que, de acuerdo con el diseño, cada miembro de la tripulación de vuelo opera por separado su sidestick. Si los miembros de la tripulación de vuelo utilizan de manera simultánea su sidestick, ambas entradas se suman algebraicamente. El resultado es que la aeronave puede ser más dinámica de lo que espera el piloto volando, incluso si las leyes de control de vuelo limitan las órdenes de manera simultánea. La respuesta de la aeronave también puede ser menor de lo esperado si el otro miembro de la tripulación de vuelo mueve el sidestick en la dirección opuesta.
- 2.16. Por lo tanto, la tripulación de vuelo nunca debe realizar ordenes de manera simultáneas, por lo cual se activan alertas audibles y visuales de DUAL INPUT.
- 2.17. Basado en el pequeño ángulo de alabeo registrado al momento del toque de las piernas del tren de aterrizaje principal con la superficie de la pista (+0,5°). El toque fue brusco (firm landing) (VRTG = +2.48G), con las palancas de empuje cerca de la sección de CLIMB que inhibe la extensión completa de los alerones de tierra, sin embargo, permite el levantamiento parcial (PLD) de la aeronave.
- 2.18. Los alerones de tierra se desplegaron parcialmente, lo cual no es acorde con lo establecido en el FCTM PR-NP-SOP-250 FLARE Y TOUCHDOWN, donde se recomienda que las palancas de empuje se desplacen a la posición de IDLE a más tardar al momento del toque con la pista, para asegurar la extensión automática de los spoilers de tierra al momento del toque. El sistema audible de la aeronave mencionará RETARD, la cual está disponible a partir de 20 ft RA.
- 2.19. El tailstrike (golpe de la parte posterior inferior de la aeronave) ocurrió cuando la aeronave tocó la superficie de la pista con las piernas del tren de aterrizaje principales comprimidos. Como se explica en el FCTM PR-NP-SOP-250 TAILSTRIKE AVOIDANCE, ya que las desviaciones de las técnicas de aterrizaje normales son las causas más comunes de golpes en la cola al permitir que la velocidad disminuya muy por debajo del Vapp antes de la MANIOBRA FLARE y a un régimen de descenso demasiado alto, justo antes de alcanzar la altura del FLARE.



2.19.a. Velocidad mínima seleccionable (VLS)

La velocidad mínima seleccionable (VLS), es la parte superior de la franja ámbar a lo largo de la escala de velocidad. Representa la velocidad más baja seleccionable y proporciona un margen adecuado a la velocidad de pérdida.

Target Speed: 135 kt

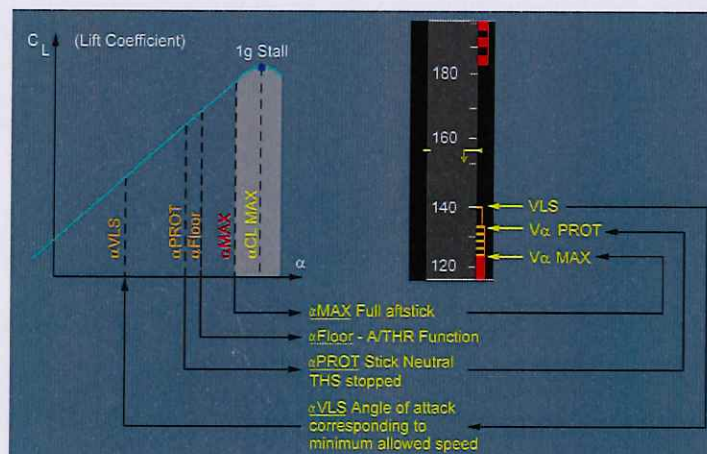
IAS: 127 kt

Velocidad por abajo del target speed al momento del toque fue de -9 kt.

La velocidad mínima seleccionable, no es la velocidad de desplome, es una velocidad que aún cuenta con protección de acuerdo con las leyes de controles de vuelo de estas aeronaves.

Protección de alto ángulo de ataque.

En condiciones normales, la aeronave está protegida contra desplomes. Esta protección también es eficaz en maniobras dinámicas o en ráfagas. Cuando el AOA (ángulo de ataque) supera el ángulo de protección, se activa la protección AOA alto. Sin la intervención de la tripulación de vuelo, las computadoras de control de vuelo mantienen el AOA igual al ángulo de protección. El AOA se puede aumentar aún más mediante la entrada de la tripulación de vuelo, hasta un valor máximo igual al ángulo máximo. Cuando se activa la protección AOA alto, las demandas de la ley normal se modifican y la entrada del sidestick es una demanda al AOA, en lugar de una demanda de factor de carga. La tripulación de vuelo no debe volar deliberadamente la aeronave con un AOA alto, excepto por períodos cortos de tiempo, cuando se requiere un coeficiente de sustentación alto máximo (como durante maniobras de cizalladura del viento o de evasión por el GPWS).



2.19.b. Protección del ángulo de ataque



- 2.20. Se descartó cualquier tema relacionado con el suceso respecto al despacho, ruta y pronósticos de área y no se considera como un factor contribuyente al evento.
- 2.21. Los pesos de despegue y aterrizaje nunca excedieron los pesos máximos permitidos.
- 2.22. Los centros de gravedad tanto para despegue como para aterrizaje se encontraban dentro de las envolventes permitidas.

Explotador

- 2.23. El procedimiento operacional estandarizado (SOPs) requiere que el piloto que no está al mando de la aeronave controle el progreso de la aproximación, sin embargo, esto no fue eficaz para corregir al primer oficial y el comandante de la aeronave indicara que los controles de la aeronave fueran de uno en particular.
- 2.24. En el entrenamiento en gestión de los recursos en el puesto de pilotaje (CRM) por el explotador no se hacía hincapié en las buenas comunicaciones en el puesto de pilotaje.
- 2.25. El Manual de Operaciones de Vuelo (MOV) en su revisión 25, no está asentada una política donde se establezca bajo qué criterios y en qué tipo de aeronaves se podrá realizar aterrizajes manuales en vuelos comerciales, así también, no contiene las políticas de ascenso de primeros oficiales a comandantes de aeronaves.

Mantenimiento

- 2.26. Al 05 de agosto de 2023 se encontraba sólo el DMI (DIFERIDOS DE MANTENIMIENTO) 55388 con estatus abierto, sin embargo, el ITEM 21-43-01 "FWD CARGO COMPARTMENT HEATING INOP" CAT "D" no influyó en la ocurrencia del suceso.
- 2.27. No hubo fallas de algún componente o sistema que afectara la aeronavegabilidad de la aeronave o en su performance.

3. Conclusiones

- 3.1. La tripulación de vuelo estaba calificada para el vuelo de conformidad con la reglamentación vigente, así como estaban en condiciones médicas apropiadas y había descansado lo suficiente para las operaciones del vuelo.
- 3.2. La tripulación tenía contemplado que el primer oficial realizara un aterrizaje manual, durante un vuelo comercial, el cual realizó una aproximación estabilizada hasta alcanzar los 250 ft RA, posteriormente se encontraron las siguientes conclusiones operacionales.
 - 3.2.1. Aterrizaje fuerte
 - 3.2.1.1. Se ordenó mantener la actitud de nariz abajo aplicadas entre 110 ft RA y 60 ft RA, lo que causó que el régimen de descenso aumentara hasta 1,050 ft/min, a 50 ft RA.
 - 3.2.1.2. Alrededor de ese tiempo, la CAS se acercó al valor de la VLS (el empuje no fue suficientemente ajustado aunado a la disminución del viento de frente).
 - 3.2.1.3. El régimen de descenso significativo (1,050 ft/min) y un CAS cercano a la VLS, la actitud de flare realizada a 60 ft RA no permitió cambiar suficientemente la trayectoria de la aeronave antes del toque con la pista para evitar un aterrizaje fuerte.
 - 3.2.2. Golpe de la parte inferior posterior en el aterrizaje
 - 3.2.2.1. La acción de flare fue realizada a 60 ft RA lo que hizo que el ángulo de cabeceo incrementara a +9.7° con un régimen de cabeceo alto alcanzando un máximo de +5°/s.
- 3.3. En el análisis operacional muestra una serie de falta de apego a lo establecido a los siguientes temas:
 - 3.3.1. De acuerdo con el FCTM PR-NP-SOP-260 CONSIDERACIONES SOBRE LA IDA AL AIRE, por debajo de 80 ft RA, tanto CAS y el régimen de descenso excedieron sus valores de advertencia de callout. La esencia es:



“Tenga en cuenta lo siguiente:

La tripulación de vuelo debe considerar la posibilidad de una ida al aire si la estabilidad no se mantiene hasta que aterrizaje.”

- 3.3.2. En base a lo establecido al FCTM AOP-10-30-20 USO DEL SIDESTICK, a 10 ft RA, se registró una serie de movimientos de los sidesticks de manera simultánea, con duración aproximadamente 5 segundos. El resumen indica:

“Solo un piloto debe volar a la vez.”

- 3.3.3. En el FCTM PR-NP-SOP-250 EVITAR DE GOLPES DE COLA, el régimen de descenso fue de alrededor de 1,050 ft/min, al alcanzar la altura de la maniobra “flare”, la tripulación ordeno un régimen de cabeceo máximo de +5°/s durante el “flare”. Paralelamente, el CAS disminuyó por debajo de VLS desde 80 ft RA y continuó disminuyendo hasta alcanzar la velocidad preestablecida - 11kt (VLS-6 kt) al momento del toque con la superficie de la pista. En síntesis, es:

“La mayoría de los golpes de cola se deben a desviaciones de las técnicas normales:

- ***Permitir que la velocidad disminuya muy por debajo de la speed target los llevó a una actitud de cabeceo muy alta y reducir así la distancia con el terreno.***
- ***En caso de un régimen de descenso demasiado alto cercano al terreno, el piloto puede intentar evitar un toque con el terreno firme ordenando un régimen de cabeceo alto.”***

- 3.4. En el entrenamiento en gestión de los recursos en el puesto de pilotaje (CRM) por el explotador no se hacía hincapié en las buenas comunicaciones en el puesto de pilotaje.

- 3.5. El Manual de Operaciones de Vuelo (MOV) en su revisión 25, no está asentada una política donde se establezca bajo qué criterios y en qué tipo de aeronaves se podrá realizar aterrizajes manuales en vuelos comerciales, para que los primeros oficiales se vayan familiarizando con la aeronave en condiciones manuales, así también, no contiene las políticas de ascenso de primeros oficiales a comandantes de aeronaves.

3.1. Causa probable

La Comisión Investigadora y Dictaminadora de Accidentes e incidentes Aéreos, con fundamento en los artículos 1, 2 fracción I, 14, 16, 18, 26, y 36 fracción XXVII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 2 fracción XVI, sub-fracción XVI.5, 9, y 21 fracción XXIII del Reglamento Interior de la SCT; 185, 189 y 190 del Reglamento de la Ley de Aviación Civil, los artículos 80, 81, 81 Bis y 81 Ter de la Ley de Aviación Civil; así como el artículo primero y segundo, los transitorios segundo, tercero y cuarto del “Acuerdo por el que se establece que las actividades relativas a la búsqueda y salvamento, así como la investigación de accidentes e incidentes sufridos por aeronaves civiles a que se refieren los artículos 80 y 81 de la Ley de Aviación Civil serán realizadas por la Subsecretaría de Transporte”, publicado en el diario oficial de la Federación el 24 de agosto de 2021; determinó como causa probable de este incidente grave:

“Golpe en el parte inferior posterior (TAIL STRIKE), de la aeronave debido a errores en la técnica de flare, ajuste de empuje, entradas simultáneas en el sidestick, que llevaron al hundimiento y realizara un aterrizaje brusco, sin prever la realización de la ida al aire”

Fase de vuelo

Aterrizaje

3.2. Factores contribuyentes

- Falta de mantener la actitud de nariz arriba (entre 110 ft RA y 60 ft RA) para evitar que el régimen de descenso disminuyera (a 50 ft RA).
- Falta de mantener la velocidad CAS haciendo uso del auto empuje.
- Falta de apego a lo establecido en el FCTM PR-NP-SOP-260 CONSIDERACIONES SOBRE LA IDA AL AIRE.



- Falta de apego a lo establecido al FCTM AOP-10-30-20 USO DEL SIDESTICK.
- Falta de apego a lo establecido en el FCTM PR-NP-SOP-250 EVITAR DE GOLPES DE COLA

3.3. Recomendaciones de Seguridad Operacional

Al Operador

En el transcurso de la investigación, se observó que no existe una política dentro de la organización donde se establezca los ascensos de los primeros oficiales a comandantes de aeronave, así también se pudo determinar que no exista una política que estableciera bajo qué circunstancias un primer oficial podrá tomar el control de forma manual de la aeronave donde van pasajeros, y finalmente no existen los criterios y bajo que protecciones de la aeronave podrá realizar esta actividad, por lo anterior, la Comisión determinó realizar la siguiente recomendación:

Rec. 29/2024. Que se establezca la política de ascenso de los primeros oficiales para que puedan llegar a ser capitanes. Así como, el modelo de las aeronaves en las que se podrá realizar aterrizajes manuales y que protecciones deberán estar activas para poder realizarse, para no poner en riesgo la vida de los pasajeros.

3.4. Medidas de Seguridad Operacional

Derivado de la ocurrencia de este suceso la Organización realizó las siguientes medidas de seguridad de manera inmediata para evitar que este vuelva a ocurrir:

Publicó la circular EV2310A sobre la "POLÍTICA DE APROXIMACIONES RAW DATA".

- Es mandatorio que cada Piloto efectúe una aproximación RAW DATA por lo menos una vez al mes asegurando que las condiciones sean favorables para la misma y durante esta práctica en vuelo de línea es mandatorio utilizar el A/THR.
- Todos los vuelos de línea se deben operar con el nivel apropiado de automatización que permita reducir la carga de trabajo (WLM). Si la tripulación de vuelo decide desconectar los directores de vuelo (FDs OFF) para efectuar una aproximación RAW DATA se deberán cumplir los siguientes requisitos:
 - VMC Diurno (visibilidad mayor a 3 SM y techo mayor a 1500 pies).
 - Componente de viento cruzado en superficie no mayor a 10 kt.
 - Condiciones atmosféricas estables (sin turbulencia ni rachas).
 - Haber completado como mínimo dos asignaciones de simulador como piloto de Volaris (SPC y Adiestramiento Periódico).
 - La práctica RAW DATA podrá efectuarse únicamente durante las dos primeras aproximaciones de la asignación del día.
- Se realizó la enmienda al Manual de Operaciones Vuelo para incluir la Política de Aproximaciones Raw Data conforme lo indicado en el punto anterior para aprobación por parte de la Autoridad.

Atentamente

El presidente de la Comisión

Ing. José Armando Constantino Tercero

Ced. Prof. 1718542

Información confidencial.	
Área responsable:	Subsecretaría de Comunicaciones y Transportes / Dirección de Análisis de Accidentes e Incidentes de Aviación
Datos testados:	VER 1: Número de licencia, nacionalidad y edad del piloto VER 2: Número de licencia, nacionalidad y edad del copiloto
Fundamento jurídico:	Artículos 115, primer párrafo de la Ley General de Transparencia y acceso a la Información Pública
Fecha de resolución del Comité de Transparencia	12 de mayo de 2026