

Secretaría de Comunicaciones y Transportes
Subsecretaría de Transporte
Dirección General de Aeronáutica Civil
Comisión Investigadora y Dictaminadora de Accidentes e Incidentes de Aviación



SCT

SECRETARÍA DE
COMUNICACIONES
Y TRANSPORTES

INFORMACION BASICA

ACCIDENTE

EXP. No. ACCDTAFA058/2015MMMX

Aeronave: Marca Boeing, Modelo B737-322, Numero de serie **VER 1** Matrícula XA-UNM.

Operador: Grupo Aéreo Monterrey, S. A. de C. V.

Lugar: Pista 05L del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México.

Hora y fecha: 18:28 horas (00:28 UTC); 26 de noviembre de 2015.



Índice

Resumen	2
Abreviaturas	4
Símbolos	4
1. Información sobre los hechos.	6
1.1. Reseña del vuelo.	6
1.2. Lesiones a personas.	8
1.3. Daños a la aeronave.	8
1.4. Otros daños.	10
1.5. Datos de la tripulación.	11
1.5.1. Comandante	11
1.5.2. Primer Oficial	11
1.5.3. Sobrecargo Mayor	12
1.5.4. 1er Sobrecargo	12
1.5.5. 2do Sobrecargo	13
1.5.6. Técnico en mantenimiento Inspector	13
1.5.7. Técnico en mantenimiento Supervisor	14
1.5.8. Técnico en mantenimiento	14
1.6. Datos de la aeronave.	14
1.6.1. Antecedentes	15
1.6.2. Actualidad	15
1.6.3. Operaciones	18
1.7. Información meteorológica.	19
1.8. Ayudas a la navegación.	19
1.9. Comunicación.	19
1.10. Aeropuertos e instalaciones.	20
1.11. Registrador de voz y de vuelo.	21
1.12. Información sobre los restos de la aeronave y el impacto.	28
1.13. Información médica y patológica	29
1.14. Incendio	29
1.15. Aspectos de supervivencia.	29
1.16. Ensayos e investigaciones.	31
1.17. Información sobre organización y gestión.	35
1.18. Información adicional	38
2. Análisis	39
2.1. Operaciones de vuelo.	39
2.2. Aeronave	41
2.3. Factores humanos	42
2.4. Supervivencia.	42
2.5. Vigilancia de la seguridad.	43
3. Conclusiones	44
3.1. Resultados.	44
Causa probable	46
Apéndice	
Adjunto A. Graficas de la FDR	
Adjunto B. Croquis de la secuencia del accidente	
Adjunto C. Medidas adoptadas por Grupo Aéreo Monterrey, S. A. de C. V.	

Sesión 012/2018 Celebrada el 05 de octubre de 2018

Matrícula:

XA-UNM

Número de expediente:

ACCDTAFA0582015MMMX

Resumen

El día 26 de noviembre de 2015, a las 18:28 horas (00:28 UTC)¹, se accidentó la aeronave marca Boeing modelo B737-322 número de serie **VER 1** matrícula XA-UNM, número de vuelo GMT779 de ruta Cancún – México, el cual se suscitó durante la carrera de aterrizaje por la pista 05L del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, al mando de los controles el Comandante P. A. **VER 2** con licencia de Piloto de Transporte Público Ilimitado de ala fija número **VER 2** y como piloto monitoreando el primer oficial P. A. **VER 3** con licencia de Piloto de Transporte Público Ilimitado de ala fija número **VER 3**, ambas en vigor, resultando junto con las tres sobrecargos y 132 pasajeros sin lesiones, siete pasajeros con lesiones leves, la aeronave con daños mayores, condiciones meteorológicas visuales imperaban en la estación, el accidente involucró a un Operador del servicio público de transporte aéreo nacional no regular de fletamiento de pasajeros Grupo Aéreo Monterrey, S. A. de C. V., no se transportaban mercancías peligrosas a bordo.

El vuelo GMT779 despegó del aeropuerto de Cancún a las 17:12 horas (22:20 UTC) aproximadamente, el transcurso del vuelo que duro 02:05 horas, fue de manera normal, a las 18:25 horas (00:25:10 UTC) estando a 10 DME de la estación, Torre de Control México, le da información de altímetro, viento variable de los 130 a 160 grados con rachas de 20 nudos de intensidad y le pregunta si es posible la aproximación visual a la pista 05L, indicándole la tripulación que realizarían la aproximación visual, por lo que Torre de Control México les autoriza el aterrizaje.

Al toque con la pista 05L y hacer contacto la pierna de nariz con la superficie de la pista, en la carrera de desaceleración comienza una vibración la cual se incrementa hasta originar que la pierna izquierda del tren de aterrizaje colapsara a la altura del cadenaamiento 1,097 m, ocasionando que la aeronave se apoyara sobre el motor posición número uno deslizándose en esa posición 980 m, hasta detenerse finalmente en el cadenaamiento 2,076 m de la pista 05L.

Cabe hacer mención que la aeronave se desplazó en todo momento sobre la superficie de la pista 05L, quedando a 5m a la derecha del eje de la pista, tampoco hubo desprendimiento de componentes de la aeronave, durante la carrera de aterrizaje ni previo al contacto con la pista.

La investigación se realizó en base a las normas y métodos recomendados internacionales establecidos en el Anexo 13 del CACI², la notificación nacional del accidente la realizó la Autoridad Aeronáutica del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (Estado de Matrícula) a la Dirección de Análisis de Accidentes e Incidentes de Aviación (Estado del Suceso), siendo la DAAIA la que envió la notificación internacional al Representante Acreditado la National Transportation Safety Board (Estado del Fabricante) y como su Asesor The Boeing Company, también participó Grupo Aéreo Monterrey, S. A. de C. V., (Estado del Operador), a la OACI por tratarse de una aeronave superior a 5,700 kg.

El proyecto de informe final se envió a los Estados antes mencionados para que hicieran comentarios los cuales fueron debidamente fundamentados y anexados al cuerpo del documento. Se realizaron una serie de recomendaciones que figuran en este informe, siendo esa Organización la que le compete la implementación o las medidas que se adoptarán.

¹ Todas las horas están expresadas en Tiempo Universal Coordinado (UTC) que para la región de la CDMX corresponde a +6 en horario de invierno

² Convenio sobre Aviación Civil Internacional.



La Dirección de Análisis de Accidentes e Incidentes de Aviación señala que el presente informe final está emitido 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 fracción XVI, sub-fracción XVI.5, 9, y 21 fracción XXIII del Reglamento Interior de la SCT; 189 y 190 del Reglamento de la Ley de Aviación Civil y 7.9 Manual de Organización de la Dirección General de Aeronáutica Civil y la Circular Obligatoria CO AV-83.1/07, que advierte que:

El presente Informe Final es un documento técnico que refleja el punto de vista de la Comisión Investigadora y Dictaminadora de Accidentes e Incidentes de Aviación (CIDAIA), de la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC), de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), respecto a las circunstancias en que se produjeron los sucesos objeto de esta investigación, identificando la causa probable y haciendo recomendaciones de carácter preventivo para todo concesionario, permisionario, operador aéreo y personal técnico aeronáutico que interviene durante la operación de una aeronave.

De acuerdo con lo señalado por el Anexo 13 (Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación), editado por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI); los artículos 81 de la Ley de Aviación Civil y 185 del Reglamento de la Ley de Aviación Civil, los cuales establecen que el objetivo principal de la investigación de los accidentes e incidentes de aviación será prevenir y evitar la reproducción o reincidencia de sucesos similares. El propósito de esta actividad no es determinar la culpabilidad o responsabilidad civil o penal de los involucrados en el suceso.

Consecuentemente, la difusión, distribución, copia y otro uso de la información que se haga de este informe final con fines distintos a la prevención de futuros accidentes puede derivar en conclusiones e interpretaciones erróneas.

Abreviaturas

AD	Directivas de Aeronavegabilidad (Airworthiness Directives)
ALAR	Programa de reducción de accidentes en aproximación y aterrizaje (Approach and Landing Accident Reduction)
CACI	Convenio de Aviación Civil Internacional
CFIT	Programa de prevención del impacto contra el terreno sin pérdida de control (Controlled Flight Into Terrain)
CIDAIA	Comisión Investigadora y Dictaminadora de Accidentes e Incidentes de Aviación
DEEC	Control Digital de N1 del motor (Digital Electronic Engine Control N1)
DGAC	Dirección General de Aeronáutica Civil
DH	Altura de decisión
DME	Equipo medidor de distancia (Distance Measuring Equipment)
EGPWS	Sistema de Advertencia de Proximidad del Terreno (Enhanced Ground Proximity Warning System)
FAA	Federal Aviation Administration
FDR	Registrador de Datos de Vuelo (Flight Data Recorder)
FOD	Ingestión de objetos extraños (Foreign Object Damage)
GP	Glide Path, trayectoria de planeo
IFR	Reglas de vuelo por instrumentos
ILS	Sistema de aterrizaje por instrumental (Instrument Landing System)
LOC	Localizador (Localizer)
m	Metros
MDA	Minimum Descend Altitude, Altura mínima de descenso
METAR	Informe Meteorológico aeronáutico ordinario (Meteorological Aerodrome Report)
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
RVSM	Reduced Vertical Separation Minimum
SCT	Secretaría de Comunicaciones y Transportes
UTC	Universal Time Coordinated
VFR	Reglas de vuelo visual

Símbolos

°	Grados
'	Minutos
''	Segundos
deg	degrees
discrete	discrete ³
ft	feet
g	g (gravedades)
Grnd	Ground
kt	knots

Tabla 1. Parámetros grabados y gráficas del FDR

Nombre del parámetro	Descripción del parámetro
Accel Lat (g)	Lateral Acceleration
Accel Long (g)	Longitudinal Acceleration
Accel Vert (g)	Vertical Acceleration

³ Discrete es típicamente un parámetro de 1-bit ya sea un 0 o 1, el cual es único para cada parámetro.

Nombre del parámetro	Descripción del parámetro
Aileron -L (deg)	Left Aileron
Aileron-R (deg)	Right Aileron
Airspeed Ind (kt)	Indicated Airspeed
Altitude Press (ft)	Pressure Altitude
Altitude Radio (ft)	Radio Altitude
AP (discrete)	Autopilot Engaged status
Ctrl Col Pos-L (deg)	Left Control Column Position
Ctrl Whl Pos-L (deg)	Left Control Wheel Position
Elevator-L (deg)	Left Elevator
Elevator-R (deg)	Right Elevator
Eng1 N1 (%)	Engine 1 N1
Eng2 N1 (%)	Engine 2 N1
Gear WOW (discrete)	Gear Weight on Wheels
Ground Spd (kt)	Groundspeed
GS Eng (discrete)	Glideslope Engaged status
Heading Mag (deg)	Magnetic Heading
Pitch (deg)	Pitch Angle
Roll (deg)	Roll Angle
Rudder (deg)	Rudder
Rudder Ped Pos(deg)	Rudder Pedal Position
Spoiler-2 (deg)	Spoiler-2
Spoiler-7 (deg)	Spoiler-7
Stabilizer (deg)	Stabilizer

NOTA: El FDR graba la altitud presión basado en el ajuste altímetro estándar de 29,92 pulgadas de mercurio (in Hg). La información de la altitud presión mostrada en las gráficas del FDR y en los datos electrónicos no están corregidos para el ajuste altimétrico local al momento del suceso.

1. Información sobre los hechos.

1.1. Reseña del vuelo.

El día 26 de noviembre de 2015, a las 08:00 horas (14:00 UTC) la tripulación de vuelo y de cabina de la aeronave marca Boeing modelo B737-322 número de serie 24248 matrícula XA-UNM, inician su jornada laboral, realizando las siguientes operaciones con el siguiente itinerario.

MEX	ZIH	15:30	16:30	01:00
ZIH	MEX	16:55	18:00	01:05
MEX	CUN	19:20	21:20	02:00

Una vez estando la aeronave en la estación de Cancún, personal de operaciones de Grupo Aéreo Monterrey, S. A. de C. V., realiza la preparación del vuelo GMT779 con ruta Cancún – Ciudad de México, de acuerdo a lo asentado en el plan de vuelo OACI, la aeronave contaba con el equipo estandarizado⁴ de comunicación, de ayudas para la navegación y la aproximación, operaria a un nivel de vuelo de FL300 y 454 kt, con ruta DCT CUN UJ84 CZA UT20 PAZ DCT DATUL DATU3B, estimando 01:55 horas de vuelo al destino, llevando a bordo 9,400 kg de combustible el cual les proporciona una autonomía de 03:34 horas.

El vuelo GMT779 despegó del aeropuerto de Cancún a las 17:20 horas (22:20 UTC), bajo las reglas de vuelo IFR, con dos miembros de la tripulación de vuelo, 3 miembros de la tripulación de cabina, 139 pasajeros (127 adultos y 12 medios) de nacionalidad mexicana, existían condiciones meteorológicas visuales en la estación de origen.

La aeronave estuvo bajo la administración de Centro de Control Mérida y Centro de Control México, en el transcurso del vuelo no se registró ninguna anomalía, a las 18:25 horas (00:25:10 UTC) se reporta el GMT779 virando al fijo PLAZA (5.48 MN de VOR MEX) en aproximación a la pista 05R del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, Torre México le proporciona información de la dirección e intensidad del viento (viento variable de los 130 a 160 grados con rachas de 10 a 18 nudos) así como de la corrección altimétrica requerida en el aeropuerto (QNH) de 30.25 pulg. de Hg y es transferido a Torre de Control México, el CTA de TWR MEX le pregunta al GMT779 si es posible que realicen la aproximación visual a la pista 05L y le actualiza la información del viento variable de los 130 a 160 grados con rachas de 20 nudos, aceptando la tripulación la aproximación visual a la pista 05L.



Fig. 1.1.1. Momento del accidente captado por las cámaras de CCTV del explotador del aeródromo



Fig. 1.1.2. Condiciones de luz en que se produjo accidente

⁴ Equipo normalizado consistente en COM/NAV (VHF, RTF, ADF, VOR e ILS), DME, GNSS y transponder en modo S

A las 18:28 horas (00:28 UTC) en el audio de la grabadora de voz se aprecia que se realiza el toque de las piernas del tren de aterrizaje principal con la superficie de la pista 05L tras tres segundos, en la carrera de desaceleración comienza una vibración la cual se incrementa hasta ocasionar que la pierna izquierda del tren de aterrizaje colapsara en el cadenaamiento 1,097 m (3,599 ft), ocasionando que la aeronave se apoyara sobre el motor posición número uno deslizándose en esa posición 980 m (3,215 ft), hasta detenerse finalmente en el cadenaamiento 2,076 m (6,811 ft) de la pista 05L.

La aeronave se mantuvo en todo momento sobre la superficie de la pista 05L, quedando a 5 m (16 ft) a la derecha del eje de la pista 05L, de acuerdo con la grabadora de voz el Comandante de la aeronave ordena la evacuación de la aeronave por el lado derecho el cual inicia a las 18:27:40 horas (00:27:40 UTC) los pasajeros comienzan a salir de la aeronave en condiciones de obscuridad, de acuerdo con las entrevistas obtenidas en la investigación de campo, los pasajeros apoyaron a las sobrecargos para la apertura de las salidas de emergencia de aeronave, utilizando los pasajeros las puertas de emergencia de las puertas R1, R2 y L2, debido a la posición de la aeronave la pierna de nariz del tren de aterrizaje no hizo contacto con la superficie de la pista dificultando la evacuación por la salida de emergencia de la puerta R1, causando que dos pasajeros resultaran con lesiones de esguince cervical durante la evacuación, por la cercanía de las instalaciones del CEI con el sitio del accidente, estos acudieron al sitio a las 18:30 horas (00:30 UTC) para controlar la presencia de fuego descargando espuma al motor posición uno y al ala izquierda con la utilización del equipo TITAN EN-11, también comenzaron a apoyar en la evacuación de los pasajeros, cabe hacer mención que la aeronave no transportaba materiales peligrosos.

Aproximadamente a las 18:38 horas (00:38 UTC) el servicio médico del aeropuerto evalúa a los pasajeros con crisis nerviosa en el sitio del accidente, aproximadamente a las 18:50 horas (00:50 UTC) el puesto de mando móvil decide trasladar a los pasajeros del vuelo GMT779, en los Cobus⁵ con número económico 113, 05 y 06, hacia el edificio terminal T1, para llevarlos a las bandas de reclamo de equipaje nacional. El representante de tráfico de Grupo Aéreo Monterrey, S. A. de C. V., solicita la atención de 7 pasajeros

VER 4

VER 4

VER 4 quienes presentaban dolor de espalda, cabeza y brazos, los pasajeros fueron atendidos por personal médico del aeropuerto, quienes informan que los pasajeros presentan lesiones leves (contusiones musculares), sin suministrar medicamente solo colocando collarín a quienes lo necesitaban, solamente dos pasajeros

VER 4

fueron trasladados al Hospital.

A las 22:31 horas (04:31 UTC) arriba al lugar del accidente dos grúas, para la remoción de la aeronave, de acuerdo con el reporte de la Autoridad Aeronáutica a las 00:04 horas (06:04 UTC) arribó el Push Back número económico 23 para remolcar la aeronave, asimismo se utilizó de apoyo de una plataforma la cual soportó el peso del lado izquierdo de la aeronave, finalmente a las 01:30 horas (07:30 UTC) ingresa la aeronave a la plataforma del MRO Mexicana para su resguardo, quedando operativa la pista 05L/23R a las 02:09 horas (08:09 UTC).

La pista 05L estuvo cerrada a las operaciones de aterrizaje y despegues desde las 18:28 horas (00:28 UTC) hasta las 02:09 horas (08:09 UTC), con la cancelación del NOTAM A7794/15⁶, de acuerdo con el informe del Explotador del Aeródromo se vieron afectados tres vuelos (dos nacionales y un internacional) instantes después de ocurrido el accidente y posteriormente se redujo la capacidad de salidas y llegadas al estar solamente una pista operativa.

Al día siguiente el Investigador a cargo de la Dirección de Análisis de Accidentes e Incidentes de Aviación junto con el Representante Acreditado del Estado de Matrícula, entrevistaron a la tripulación de vuelo y de cabina, siendo el Comandante de la aeronave quien indica que se encontraban realizando el viraje de aproximación final ILS a pista 05R, TWR MEX les pregunta si podían proseguir con la aproximación visual a pista 05L, situación que aceptan por lo que realizaron los ajustes pertinentes de ILS a VOR así como la lectura de la lista correspondiente, con una V y luces PAPI (dos blancas y 2 rojas) adecuadas, indican que realizaron un aterrizaje muy suave y posteriormente en la carrera de

⁵ Unidad terrestre de transporte de pasajeros.

⁶ Pista 05L/23R cerrada con vigencias de las 01:32 UTC del día 27 de noviembre de 2015 hasta las 05:29 UTC del día 27 de noviembre de 2015

aterrizaje, sintieron una vibración en el tren de aterrizaje, sienten una ligera guiñada hacia ambos lados del eje de la pista y en cuestión de segundos se colapsa la pierna izquierda del tren de aterrizaje, rozando el motor posición número uno con la superficie de la pista comenzando a sacar chispas, una vez que logran detener el desplazamiento de la aeronave instruye al primer oficial a que le informara a TWR MEX que necesitaban asistencia, después instruye la evacuación por el lado derecho, yendo el primer oficial a apoyar a la tripulación de cabina en las actividades, finalmente terminan sus actividades cerciorándose que no hubiera pasajeros a bordo.

1.2. Lesiones a personas.

	Fatales	Graves	Leves	Ilesos
Piloto				1
Copiloto				1
Sobrecargos				3
Pasajeros			7	132
Total			7	137

Todos los pasajeros a bordo y los miembros de la tripulación de nacionalidad mexicana, durante las maniobras de evacuación de la aeronave, 7 pasajeros resultaron con lesiones leves, por lo que fue necesario que personal de tráfico de Grupo Aéreo Monterrey, S. A. de C. V., coordinara la atención de estos con el médico del aeropuerto, para que fueran atendidos por dolor en cuello y espalda, solamente 2 pasajeros fueron enviados al Hospital.

1.3. Daños a la aeronave.

La aeronave resultó con desprendimiento de la pierna izquierda del tren de aterrizaje y daños en la parte inferior del motor posición número uno por arrastre.



Fig. 1.3.1 Daños estructurales presentes en la aeronave

La parte inferior del fuselaje en la sección del foso de la pierna izquierda del tren de aterrizaje presenta múltiples golpes, roturas y partes faltantes, línea de hidráulico rota y perdida de material por arrastre del flap interior.



Fig. 1.3.2 Desprendimiento de la pierna izquierda, y daños en la parte inferior del motor posición número uno

Hay daños severos por arrastre en la parte inferior del motor posición número uno, en la sección inferior de reversa y cowlings, desprendimiento de la pierna izquierda del tren de aterrizaje, líneas de hidráulico rotas, arnés eléctrico y compuerta de seguimiento de la pierna izquierda, roturas de cuerda y web de circunferencia el foso de la pierna, pistón del shimmy damper⁷ y el Lower Torque Link fracturado.



Fig. 1.3.3. Pierna izquierda del tren de aterrizaje



Fig. 1.3.4. Fractura del lower torque link

Deformación y roturas en web, cuerda y herraje del soporte del riel del flap número 4 y refuerzos verticales del mamparo de presión de BS 727, golpe en herraje de soporte del side strut. Deformación y roturas en la piel del fuselaje entre las estaciones BS 727 y BS 727A. Rotura del tubo torque quedando fuera de su posición en BS 727, rotura en el eje del tubo torque de BS 727.

Golpe y perforación en intradós de semiala izquierda en viga trasera entre WBL 157 y WBL 191. Durante las actividades de rescate de la aeronave le ocasionaron daños al panel fijo superior junto al spoiler 3 y registro en intradós de semiala izquierda.

⁷ Shimmy es un amortiguador de vibraciones producidas por la torsión de las piernas del tren de aterrizaje, en la que el cilindro interno, ruedas y neumáticos vibran con respecto al cilindro externo que está fijo a la estructura de la aeronave

Riel del flap número 4 desalineado y fuera de su posición de operación y con deformación, fractura del herraje de sujeción superior del riel del flap posición número 4.

Fractura del soporte de bearing y bearing housing, fractura del herraje de sujeción del stabilizer beam en viga trasera de semiala izquierda.

1.4. Otros daños.

Se ocasionaron diversos tallones en la superficie de asfalto de la pista 05L/23R a lo largo de 1,186 m, de aproximadamente 40 cm, sin profundidad, en los cadenamientos que se muestra en el Adjunto A, originados por arrastre, no habiendo más daños a las instalaciones aeroportuarias.

También hubo fuga de líquido hidráulico sobre la superficie de la pista la cual no ocasiono daños debido a la limpieza inmediata del personal de operaciones del explotador del aeródromo.



Fig. 1.4.1. Daños por arrastre a la superficie de la pista



Fig. 1.4.2. Daños ocasionados por arrastre de la aeronave



Fig. 1.4.3. Profundidad de los daños en la pista



1.5. Datos de la tripulación.

1.5.1. Comandante

VER 2 de nacionalidad mexicana de **VER 2** años, es titular de la licencia de piloto de transporte público ilimitado de ala fija, número **VER 2** vigente al 22 de febrero de 2018, cuenta con capacidades de piloto al mando de aeronaves B737-300 y B737-500, instrumentos, multimotor y RTAR.

El medico dictaminador autorizado por DGPMPT⁸, lo da APTO, solamente asentó una observación que requiere uso de lentes durante sus actividades de vuelo y contar con un par de repuesto, el certificado tiene un periodo de validez al 17/02/2016.

Cuenta con certificados de curso RVSM, Periódico para pilotos en el equipo B737-300 EFIS⁹/NON EFIS (Teórico), otorgado por Orión, Centro de Capacitación, S. C., en 2013, también cuenta con certificado de curso ALAR, Periódico para pilotos en el equipo B737-300/-400/-500 EFIS/NO EFIS (Teórico), CFIT, RVSM, Diferencias del equipo B737-300 EFIS/NO EFIS con respecto al B737-500 EFIS/NO EFIS para pilotos (Teórico), otorgado por Orión, Centro de Capacitación, S. C., en 2014, además tuvo sesión de simulador en la categoría de aeronave accidentada del 11 al 18 de octubre de 2015.

Cuenta con experiencia como Copiloto en equipos B727 100/200, B737 200/300/400/500 en Líneas Aéreas TAESA S. A. de C. V., en 1999, Copiloto de equipos B737/200, en Grupo Aéreo Monterrey en 1999, Capitán de equipos B737 300/ 700NG en Líneas Aéreas Azteca S. A. de C.V., en 1999, Capitán de equipos B737 300/500, en Avolar S. A. de C. V. y finalmente en 1999 como Capitán en Grupo Aéreo Monterrey S. A. de C. V., operando equipos B737 300/500, acumulando 12,945:16 horas totales de vuelo.

Los tres meses antes del suceso, acumulo las siguientes horas:

Mes	Horas voladas
Septiembre	58:10
Octubre	74:01
Noviembre	67:11
Total	199:22

El día del suceso, acumulo las siguientes horas:

Ruta	Horas voladas
México - Zihuatanejo	00:35
Zihuatanejo - México	00:45
México - Cancún	01:45
Cancún - México	02:01
Total	05:06

1.5.2. Primer Oficial

VER 3 de nacionalidad mexicana de **VER 3** años, es titular de la licencia de piloto de transporte público ilimitado de ala fija, número **VER 3** vigente al 31 de febrero de 2018, con capacidades de Copiloto de B737-300 y B737-500, instrumentos, multimotor, RTAR y RTARI¹⁰ nivel 4.

El medico dictaminador autorizado por la DGPMPT, lo da APTO, no asentó restricciones ni observaciones, teniendo el certificado cuenta un periodo de validez al 27 de abril de 2016.

⁸ Dirección General de Protección y Medicina Preventiva en el Transporte

⁹ Sistema electrónico de instrumentos de vuelo (Electronic Flight Instrument System)

¹⁰ Radio Telefonista Aeronáutico Restringido Internacional

Cuenta con un certificado en el curso Diferencias del equipo B737-300 EFIS/NON EFIS con respecto al B737-500 EFIS/NON EFIS para pilotos (Teórico), CRM, otorgado por Orión, Centro de Capacitación, S. C., en 2014, también cuenta con certificado en el curso Periódico para pilotos en el equipo B737-300/-400/-500 EFIS/NON EFIS (Teórico), ALAR, otorgado por Orión, Centro de Capacitación, S. C., en 2015, además tuvo sesión de simulador en el tipo de la aeronave accidentada del 03 al 05 de julio de 2015.

Cuenta con experiencia como Copiloto de equipos B727 100/200 en Líneas Aéreas TAESA S. A. de C. V., en 1999, como Copiloto de B727/200, B737/200/300, en Aviacsa S. A. de C. V., en 1999, Copiloto de equipos B737 300 en Viva Aerobus S. A. de C. V., como Copiloto de B737 300 en Grupo Aéreo Monterrey S. A. de C. V., acumulando 7,606:00 horas totales.

Los tres meses previos al suceso, acumula las siguientes horas:

Mes	Horas voladas
Septiembre	82:56
Octubre	84:34
Noviembre	82:50
Total	249:40

El dia del suceso, acumulo las siguientes horas:

Ruta	Horas voladas
México - Zihuatanejo	00:35
Zihuatanejo - México	00:45
México - Cancún	01:45
Cancún - México	02:01
Total	05:06

1.5.3. Sobrecargo Mayor

VER 5 de nacionalidad mexicana de **VER 5** años, es titular de la licencia de Sobrecargo, número **VER 5** vigente al 13 de diciembre de 2015.

El medico dictaminador autorizado por DGPMPT, la da APTO, sin ninguna restricción ni observación, el certificado cuenta con un periodo de validez al 04/11/2016.

En el año 2014 tomo el curso de Introducción al manejo e identificación de mercancías peligrosas II, Recurrente de factor humano en actividades de cabina (CRM), Periódico para sobrecargos en el equipo Boeing 737-200/-300, Diferencias para sobrecargos en el equipo Boeing 737-500 con respecto al B737-300, Liderazgo para sobrecargos, Supervisores y Mayores, Evacuación del equipo Boeing 737-200/-300/-500, Ditching para tripulaciones de vuelo y sobrecargos, Introducción al manejo e identificación de mercancías peligrosas II y Seguridad Industrial, todos en el centro Autorizado por la DGAC, Orión, Centro de Capacitación, S. C.

En el año 2015, acredito el curso Evacuación del equipo Boeing 737-200/-300/-500, Periódico para sobrecargos en el equipo Boeing 737-200/-300/-500, Recurrente de factor humano en actividades de cabina (CRM), todos en el centro Autorizado por la DGAC, Orión, Centro de Capacitación, S. C.

1.5.4. 1er Sobrecargo

VER 5 de nacionalidad mexicana de **VER 5** años, es titular de la licencia de Sobrecargo, número **VER 5** vigente al 21 de enero de 2017.



El medico dictaminador autorizado por DGPMPT, lo da APTO, solamente asentó que requiere uso de lentes durante el desempeño de sus labores y contar con un par de repuesto, el certificado cuenta con un periodo de validez al 16/01/2017.

En el año 2014 tomo el Periódico para sobrecargos en el equipo Boeing 737-200/-300, Recurrente de factor humano en actividades de cabina (CRM), Introducción al manejo e identificación de mercancías peligrosas II, Evacuación del equipo Boeing 737-200/-300/-500, Diferencias para sobrecargos en el equipo Boeing 737-500 con respecto al B737-300, Ditching para tripulaciones de vuelo y sobrecargos, todos en el centro Autorizado por la DGAC, Orión, Centro de Capacitación, S. C.

En el año 2014 tomo el Periódico para sobrecargos en el equipo Boeing 737-200/-300/-500, Introducción al manejo e identificación de mercancías peligrosas II, Recurrente de factor humano en actividades de cabina (CRM) todos en el centro Autorizado por la DGAC, Orión, Centro de Capacitación, S. C.

1.5.5. 2do Sobre cargo

VER 5 de nacionalidad mexicana de **VER 5** años, es titular de la licencia de Sobre cargo, número **VER 5** vigente al 14 de enero de 2016.

El medico dictaminador autorizado por DGPMPT, lo da APTO, sin asentar ninguna restricción ni observación, el certificado cuenta con un periodo de validez al 13/01/2016.

En el año 2014 tomo el Seminario Inducción a la Empresa, Manejo de Manuales e Introducción al Manual de Sobre cargos de Grupo Aéreo Monterrey, S. A. de C. V., Diferencias para sobrecargos en el equipo Boeing 737-500 con respecto al B737-300, Diferencias para sobrecargos en el equipo Boeing 737-500 con respecto al B737-300, Recurrente de factor humano en actividades de cabina (CRM), Introducción al manejo e identificación de mercancías peligrosas II, Ditching para tripulaciones de vuelo y sobrecargos, todos en el centro Autorizado por la DGAC, Orión, Centro de Capacitación, S. C.

En el año 2015, acredito el curso Evacuación del equipo Boeing 737-200/-300/-500, en mayo de 2015, Periódico para sobrecargos en el equipo Boeing 737-200/-300/-500, Introducción al manejo e identificación de mercancías peligrosas II, Recurrente de factor humano en actividades de cabina (CRM), todos en el centro Autorizado por la DGAC, Orión, Centro de Capacitación, S. C.

1.5.6. Técnico en mantenimiento Inspector

VER 6 de nacionalidad mexicana de **VER 6** años, titular de la licencia de Técnico en mantenimiento clase I, número **VER 6** vigente al 02 de mayo de 2016, con capacidades en aeronaves de ala fija, motores y planeador.

El medico dictaminador autorizado por DGPMPT, lo da APTO, solamente asentó que requiere uso de lentes durante el desempeño de sus labores y contar con un par de repuesto, el certificado tiene un periodo de validez al 22/04/2016.

En el año 2015 cuenta con certificación en el curso recurrente de factores humanos en actividades de mantenimiento, recurrente de operaciones en el espacio aéreo con separación vertical mínima reducida, periódico de mantenimiento de los sistemas del planeador y motor de aeronaves 737-200/300/500, ATA's 24, 26, 28, 32, 36, 71 y 76, Procedimientos de inspección boroscópica al motor CFM56-3, Procedimientos de inspección boroscópica al motor JT8D, Procedimientos de inspección boroscópica del APU GTCP 85-129 y APS 2000, todos en el centro Autorizado por la DGAC, Orión, Centro de Capacitación, S. C.

1.5.7. Técnico en mantenimiento Supervisor

VER 6 de nacionalidad mexicana de VER 6 años, titular de la licencia de Técnico en mantenimiento clase I, número VER 6 vigente al 23 de enero de 2017, con capacidades en aeronaves de ala fija, motores y planeador.

El medico dictaminador autorizado por DGPMPT, lo da APTO, solamente asentó que requiere uso de lentes durante el desempeño de sus labores y contar con un par de repuesto, el certificado tiene un periodo de validez al 23/01/2017.

En el año 2015 cuenta con certificación en el periódico de mantenimiento de los sistemas del planeador y motor de aeronaves 737-200/300/500, ATA's 24, 26, 28, 32, 36, 71 y 76, recurrente de operaciones en el espacio aéreo con separación vertical mínima reducida, recurrente de factores humanos en actividades de mantenimiento, introducción al manejo e identificación de mercancías peligrosas II, procedimientos de inspección boroscópica al motor CFM56-3, procedimientos de inspección boroscópica al motor JT8D, procedimientos de inspección boroscópica del APU GTCP 85-129 y APS 2000, todos en el centro Autorizado por la DGAC, Orión, Centro de Capacitación, S. C.

1.5.8. Técnico en mantenimiento

VER 6 de nacionalidad mexicana de VER 6 años, titular de la licencia de Técnico en mantenimiento clase I, número VER 6 vigente al 24 de octubre de 2018, con capacidades en aeronaves de ala fija, motores y planeador.

El medico dictaminador autorizado por DGPMPT, lo da APTO, solamente asentó que requiere uso de lentes durante el desempeño de sus labores y contar con un par de repuesto, el certificado tiene un periodo de validez al 12/10/2017.

En el año 2015 cuenta con certificación en el periódico de mantenimiento de los sistemas del planeador y motor de aeronaves 737-200/300/500, ATA's 24, 26, 28, 32, 36, 71 y 76, recurrente de operaciones en el espacio aéreo con separación vertical mínima reducida, recurrente de factores humanos en actividades de mantenimiento, todos en el centro Autorizado por la DGAC, Orión, Centro de Capacitación, S. C.

1.6. Datos de la aeronave.

La Subdirección de Registro Aeronáutico Mexicano, le asigna la matrícula definitiva a la aeronave marca Boeing, modelo 737-322, número de serie VER 1 matrícula XA-UNM, año de fabricación 1988, al operador Grupo Aéreo Monterrey, S. A. de C. V., con base de operaciones el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, la aeronave contaba con una configuración de 2 asientos para la tripulación de vuelo, 3 para la tripulación de sobrecargos y 130 asientos para pasajeros, por lo que pasa inspección por ese concepto en la Comandancia del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México quien le otorga el certificado número 10AIM051 de fecha 30 de marzo de 2010, con los siguientes tiempos:

	Modelo	Serie	Tiempo total	TURM	Ciclos
Planeador	737-322	VER 1	64,171.36	17,880.36	39,245
Motor 1	CFM56-3B2		57,352.36	N/T	
Motor 2	CFM56-3B2		57,302.36	N/T	

De acuerdo con el ultimo certificado de aeronavegabilidad número 20156687, expedido el 01 de julio de 2015, por la Comandancia del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, la aeronave tenía una configuración de 2 asientos para la tripulación de vuelo, 4 para la tripulación de sobrecargos y 141 asientos para pasajeros, además cuenta con el equipo de navegación a bordo para realizar operaciones IFR, con los siguientes tiempos.



	Modelo	Serie	Tiempo total	TURM	Ciclos
Planeador	737-322		73,238:22	26,947:22	44,825
Motor ¹¹ 1	CFM56-3B2	VER 1	49,384:41	N/T	25,650
Motor 2	CFM56-3B2		53,060:57	N/T	34,984

1.6.1. Antecedentes

La aeronave había sido operada por:

Matrícula	Explotador
PR-GLD	GOL Transportes Aéreos
XA-UNM	Grupo Aéreo Monterrey SA de CV

De los antecedentes que proporciono el Operador cuando la aeronave era operada por GOL Transportes Aéreos, asentó en la bitácora de mantenimiento folio 199182 de fecha 03 de agosto de 2006 la instalación de la pierna izquierda del tren de aterrizaje L/H MLG ASSY, número de parte 65-73761-127, serie **VER 1** la cual fue certificada por overhaul, el 24 de julio de 2006, por Goodrich Landing System Services, FAA Approved Repair Station, la aeronave contaba con los siguientes tiempos:

	Modelo	Serie	Tiempo total	TURM	Ciclos	CURM
Planeador	737-322	VER 1	61,224:03	11,255:39	37,734	8,401

De acuerdo con el Programa de Mantenimiento de GOL Transportes Aéreos, con horas actualizadas al 06 de octubre de 2009, la pierna izquierda del tren de aterrizaje fue:

Fabricada	22/11/2004
Overhaul	24/07/2006
Instalada	03/08/2006

Tiempo de la aeronave	61,286	Ciclos aeronave	37,775
Tiempo desde su instalación	11,318	Ciclos desde su instalación	8,442
Tiempo desde overhaul	11,318	Ciclos desde overhaul	8,442

Basado en su promedio de operaciones diarias GOL Transportes Aéreos programó mandar la pierna izquierda del tren de aterrizaje por límite de vida le restaban 13,097 ciclos o por tiempo calendario al 07 de mayo de 2013 y para mandar el componente a overhaul le restaban 12,558 ciclos o por tiempo calendario al 14 de marzo de 2013.

1.6.2. Actualidad

El taller autorizado DGAC No. 178, denominado Grupo Aéreo Monterrey, S. A. de C. V., con base el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, tiene aprobado el Programa de Mantenimiento MSG2, de acuerdo al Programa de Mantenimiento de Boeing, en un reporte misceláneo folio 106731 de fecha 15 de septiembre de 2012, en la descripción de la tarjeta indica que “(...) Evidencia de fuga hidráulica en damper de tren principal L/H (...)”, asentando como acción correctiva “(...) Se efectúa reemplazo de damper¹² en tren de aterrizaje principal L/H de acuerdo a referencia AMM 32-11-81 instalación y pruebas correctas (...)”.

El taller realizó la certificación por los trabajos programados y tareas adicionales liberando la aeronave para servicio con los siguientes tiempos.

¹¹ Del control de tiempos de los motores actualizados al 30 de junio de 2015, estos tienen un promedio de operación de 7 horas diarias y cuatro ciclos.

¹² El taller autorizado FAA Spectrum Aerospace, INC, le efectuó el servicio de overhaul al shimmy damper número de parte 65-44771-4 número serie TSC3507, el 13 de agosto de 2012



Descripción	Efectuado	TDU ¹³	Intervalo	REM ¹⁴	Vencimiento	Vencimiento
Servicio 24 hrs	26-Nov-2015	12:00	24	FH	12	N/A
Transito	26-Nov-2015	02:01	N/A	N/A	N/A	N/A
Servicio 7 días	25-Nov-2015	2	7	DY ¹⁵	5	01-Dic-2015
1A	13-Nov-2015	40:26	250	FH	209:36	N/A
2A	13-Nov-2015	40:26	500	FH	459:36	N/A
4A	13-Nov-2015	40:26	750	FH	709:36	N/A
8A	13-Nov-2015	40:26	1000	FH	959:36	N/A
1C	13-Nov-2015	40:26	4000	FH	3959:36	N/A

La aeronave acumulo 9,067:27 horas de operación con Grupo Aéreo Monterrey, S. A. de C. V., de acuerdo con el programa de mantenimiento que Grupo Aéreo Monterrey, S. A. de C. V., al shimmy damper, le aplica los siguientes servicios:

Servicio	MPD Item	Task Card	Descripción	Ultima aplicación
A	B32-11-00-A-1	32-011-04-01	Main L/G hydraulic components - left	06-nov-2015
C	B32-11-00-6B-1	32-011-02-01	Left MLG upper and lower torsion links	02-nov-2015
C	B32-11-00-6C-1	32-011-03-01	Left MLG upper and lower torsion freeplay (at apex)	02-nov-2015

En el servicio 1C se le aplicaron las siguientes tareas a la pierna izquierda del tren de aterrizaje antes del accidente:

1. 32-011-02-01 LEFT MLG UPPER AND LOWER TORSION LINKS
2. 32-011-03-01 LEFT MLG TORSION LINK FREEPLAY (AT APEX)
3. 32-012-12-01 LANDING GEAR BLADE SEAL – LEFT
4. 32-300-02-01 MAIN LANDING GEAR - LEFT

El 03 de septiembre de 2015 la aeronave entra a mantenimiento mayor (servicio 1C) después de salir de servicio se tienen los siguientes reportes:

- Sistema de ignición derecha por falla intermitente
- Presión hidráulico B 3300 psi rango amarillo
- Vibraciones en pierna de nariz del tren de aterrizaje durante carrera de despegue y aterrizaje
- Presurización inestable
- Stall warning no realiza pruebas
- Temperatura de motores
- Luz de fuel valve closed inoperable
- Ligera fuga en amortiguador del tren principal izquierdo
- Radar meteorológico inoperativo
- Cable de válvula de drenado desajustado

El control de componentes – tren de aterrizaje de Grupo Aéreo Monterrey, S. A. de C. V., de fecha 23 de junio de 2015, indica que el overhaul a la pierna izquierda del tren de aterrizaje está programada para realizarse cada 10 años o 21,000 ciclos lo que ocurra primero, de acuerdo con este control la pierna tenía un remanente de 3,650 ciclos o en tiempo calendario al 24 de julio de 2016.

La pierna izquierda del tren de aterrizaje acumulo 12,107:00 horas y 7,148 ciclos en su estadía con Grupo Aéreo Monterrey, S. A. de C. V. De las evidencias de los registros de mantenimiento la pierna izquierda del tren de aterrizaje contaba con 23,363 horas y 15,549 ciclos desde su último overhaul.

¹³ Tiempo desde último servicio

¹⁴ Remanente

¹⁵ Días



En la bitácora de vuelo folio 3818 de fecha 23 de noviembre de 2015, en la estación de Cancún, la tripulación asentó una discrepancia que indicaba “(...) ligera fuga en amortiguador del tren principal izquierdo (...)”, ese mismo día mantenimiento asentó como acción correctiva que efectuó “(...) servicio completo al amortiguador del tren principal izquierdo de acuerdo al MM 12-15-31, quedando en buenas condiciones (...).”

En su declaración el técnico en mantenimiento **VER 6** y su ayudante el C. **VER 6**

VER 6 indican que el 24 de noviembre de 2015 alrededor de las 22:30 horas, su supervisor les proporciono la información correspondiente para atender un reporte en bitácora de ligera fuga de hidráulico en el amortiguador del tren principal izquierdo, procedieron a darle servicio al amortiguador de acuerdo al manual de mantenimiento, bajo monitoreo del supervisor e inspector que estaban presentes, al término del servicio estuvieron monitoreando por fugas no encontrando ninguna, el servicio le indica extraer nitrógeno y después el líquido hidráulico, una vez estando a nivel el líquido conecto el equipo para cargar el nitrógeno y darle la altura.

En su declaración el supervisor en mantenimiento **VER 6** indica que el 24 de noviembre de 2015, realizo el servicio al amortiguador del tren principal izquierdo por reporte de pilotos y que realiza la tarea AMM 12-15-31, la cual le pide extraer el nitrógeno, una vez estando en su nivel el líquido conecto el equipo para cargar el nitrógeno y darle la altura al amortiguador terminando así el servicio, este se llevó a cabo de las 22:00 horas finalizando a las 00:30 horas, es decir el servicio se realizó en 02:30 horas.

El inspector en mantenimiento **VER 6** indica en su declaración que el día 24 de noviembre de 2015, le asignaron las tareas de la aeronave XA-UNM, de las cuales una tenía un reporte abierto de tren de aterrizaje el cual indicaba “(...) ligera fuga de líquido en el amortiguador tren principal izquierdo (...)” efectuó una inspección visual antes de la tarea de servicio al amortiguador referida en el manual de mantenimiento, observo la recarga de nitrógeno y líquido que fue elaborada de acuerdo al manual de mantenimiento, inspecciono por fugas de líquido o nitrógeno no habiendo fugas, dejando el amortiguador de acuerdo a tabla de referencia del AMM.

De acuerdo con el programa de mantenimiento del fabricante indica que el overhaul de las piernas del tren de aterrizaje es sugerido cada 10 años o 21,000 ciclos, lo que ocurra primero, el servicio C incluye:

- B-32-11-00-6B-1 Functional check MLG LH Torsional Freeplay
- B-32-11-00-6B-2 Functional check MLG RH Torsional Freeplay
- B-32-11-00-6C-1 Functional check MLG LH Torsion Link Freeplay at Apex/Shimmy Damper
- B-32-11-00-6C-2 Functional check MLG RH Torsion Link Freeplay at Apex/Shimmy Damper

El servicio al Shimmy Damper (Walk around/A check task)

B-32-11-00-A-1 visually check LH main wheel well hydraulic components for leakage and obvious damage

B-32-11-00-A-2 visually check RH main wheel well hydraulic components for leakage and obvious damage

Las operaciones que realizó la aeronave desde el 05 de julio al 26 de noviembre de 2015 se desarrollaron de la siguiente manera:

Mes	Horas acumuladas	Ciclos acumulados
Julio	11:13	6
Agosto	25:27	14
Septiembre	04:50	4
Octubre	00:00	0
Noviembre	40:00	28
Total	81:04	66

1.6.3. Operaciones

El peso máximo de despegue certificado de la aeronave es de 61,234 kg, para el aterrizaje de 52,163 kg, de acuerdo con el manifiesto de carga de fecha 26 de noviembre, elaborado en la estación de Cancún, esta contaba con los siguientes pesos:

Peso básico	33,568 kg
Cabina delantera A	4,767 kg
Cabina trasera B	5,710 kg
Compartimiento de carga trasero 3	1,169 kg
Combustible	9,400 kg
Peso despegue	54,425 kg
Peso de aterrizaje	49,212 kg

El plan de vuelo operacional realizado por Grupo Aéreo Monterrey, S. A. de C. V., para el cálculo de combustible fue realizado en base a la siguiente información:

```
COMPUTED FOR MMUN/MMMX FOR ETD 22.30Z
      FUEL TIME DIST ARRIVE TAKEOFF LAND AV PLD OPNLWT
POA MMX 005213 01.56 0746 00.39Z 055548 050335 012800 033568
ALT MMAA 001567 00.32 0172 SECONDARY ALT-NIL FOD 003967
HLD 000000 00.00
RES 001905 00.45
ADD 000500 00.11
REQD 009180 03.24
TAXI 000189 00.10
TOT 009369 03.34 UNITS KGS CPT TOMAS AGUILAR
```

1.16.3.1 Despacho del vuelo Cancún – México, de Grupo Aéreo Monterrey, S. A. de C. V.

En el Plan de vuelo computarizado, no se contempló el concepto de combustible para el HLD¹⁶ para la operación. De acuerdo con el manifiesto de carga y balance la aeronave aterrizó con un peso final de 49,212 kg y 4,800 kg de combustible remanente.

CONCEPTO CONCEPT	PESO WEIGHT	ÍNDICE INDEX	CUH PESO-WEIGHT	CUH WEIGHT
PESO BÁSICO OPERACIONAL	33568.35			
CAB. DEL FWD. CAB.	A 4767.35			
CAB. TRAS. AFT. CAB.	B 5710.25			
COMP. CARGA FWD. CGO.	1 / /			
COMP. CARGA FWD. CGO.	2 / /			
COMP. CARGA AFT CGO	3 1169.6			
COMP. CARGA AFT CGO	4 / /			
PESO CERO COMB. ZERO FUEL WEIGHT	45214.37			
COMB. CARGADO FUEL LOADED	54400.0			
PESO PLATAFORMA TAXI WEIGHT	54161.37			
COMB. PARA CARRETEO TAXI OUT FUEL	189.0			
PESO DESPEGUE TAKEOFF WEIGHT	54425.37			
CONSUMO COMB. BURNOFF	5213			
PESO ATERRIAJE LANDING WEIGHT	49212			

1.16.3.2 Manifiesto de carga y balance sección de pesos, de Grupo Aéreo Monterrey, S. A. de C. V.

¹⁶ Combustible para el patrón de espera



1.7. Información meteorológica.

El oficial de operaciones en la estación de Cancún le proporcionó a la tripulación las condiciones meteorológicas, de la estación de Cancún, las cuales indicaban:

El METAR de la estación de Cancún del día 26 de noviembre de 2015, de las 2045Z indica viento de los 050° intensidad de 5 kt y rachas de 16 kt, visibilidad de 7 MS¹⁷ medio nublado a 1500 ft nublado a 30,000 ft, temperatura 28 °C, punto de rocío 21°C, QNH 30.06 PULG HG, NOTAS, presión reducida al nivel medio del mar 1017.4 Hpa, variación de la presión en las últimas tres horas bajando 2.4 MB, variación de la presión en las últimas 24 horas 1.6 Hpa, nubes, bajas del 1 (cumulus humilis), sin nubes medias y nubes altas del 8 (cirrustratus)

MMUN METAR 262045Z 05005G16KT 7SM SCT015 BKN300 28/21 A3004 RMK SLP174 57024 916 8/108
 METAR 261945Z 06009KT 75M BKN015 BKN300 28/20 A3006 RMK 8/108 MDT CU
 METAR 261844Z 09013KT 7SM SCT015 SCT300 28/20 A3009 RMK 8/108

También le proporcionó todos los NOTAM's vigentes y las condiciones de tiempo en la estación del México, las cuales indicaban:

El METAR de la estación de México del día 26 de noviembre de 2015, de las 1952Z indica viento de los 130° de 4 KT de intensidad visibilidad de 5 MS cielo despejado, temperatura 23°C y 'punto de rocío de 10°C altímetro 30.27 PULG HG., sin tiempo significativo NOTAS; brumoso y altocúmulos.

MMMX METAR 261952Z 13004KT 5SM SKC 23/10 A3027 NOSIG RMK HZY AC
 SPECI 261927Z 23003KT 5SM SKC 23/18 A3029 NOSIG RMK HZY AC
 METAR 261846Z 04007KT 5SM SKC 21/11 A3032 NOSIG RMK HZY AC

MMMX TAF AMD 261838Z 2619/2724 07006KT 3SM HZ SCT100 TX24/2622Z TN12/2713Z FM262100 09012KT 5SM HZ SCT025 BKN100 TEMPO 2622/2702 VC RA BKN025 FM270300 36005KT P6SM SCT025 BKN100 BECMG 2705/2706 00000KT SCT100 FM271200 00000KT 4SM BR HZ BKN020 FM271600 07006KT 5SM HZ SCT025 SCT080 FM272100 09012KT 6SM HZ SCT025 BKN080 PROB40 2721/2724 VC RA BKN825

A las 00:25:10 a 00:30:43 UTC, de los datos obtenidos de la transcripción magnetofónica TWR MEX informa al vuelo GMT779 que el viento era variable tanto de dirección (130° a 160°) como de intensidad con vientos sostenidos de 10 nudos, rachas de hasta 18 y 20 nudos.

No se emitió el reporte de tiempo especial alrededor de la 0030Z, como se establece en los procedimientos internacionales. Las condiciones de tiempo reales fueron muy similares a las pronosticadas solamente la presencia de viento con rachas no estaba contemplada.

1.8. Ayudas a la navegación.

Las ayudas para la navegación y aterrizaje radiofaro omnidireccional de muy alta frecuencia (VOR), equipo telemétrico (DME), disponibles y ayudas visuales terrestres, etc., estaban funcionando correctamente a la hora del accidente.

1.9. Comunicación.

La aeronave mantuvo comunicación y estuvo bajo la administración de los Servicios de Tránsito Aéreo de Centro de Control Mérida y Centro de Control México, Aproximación México, y finalmente Torre de Control México, con este último servicio a través de la frecuencia 118.055 Mhz., dichas comunicaciones se transcriben y asientan de acuerdo con

¹⁷ Millas estatutas



la transcripción elaborada por SENEAM, cabe mencionar que estas se efectuaron de acuerdo a los procedimientos establecidos, fraseología de manera legible y con una intensidad correcta.

Hora UTC	Involucrado	Contenido de las comunicaciones
00:25:10	GMT779	
00:25:15	TWR	
00:25:25	GMT779	
00:25:28		
00:25:37		
00:25:38	TWR	
00:25:44	GMT779	
00:25:47		
00:27:31		
00:27:32	TWR	
00:27:33	VIV2704	
00:27:37	TWR	
00:27:40	GMT779	
00:27:45	TWR	
00:27:51		
00:30:42		
00:30:43	TWR	
00:31:01		
00:34:42		
00:34:43	TWR	
		VER 7
		FIN DE LA TRANSCRIPCION

1.10. Aeropuertos e instalaciones.

El Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, MMMX, cuenta con dos pistas paralelas independientes con el designador 05 y 23, se encuentra en las coordenadas 19°26'11.027"N 99°04'19.098"W, a una elevación de 2,230 m (7,316 ft), la pista 05L cuenta con 3,730 m de largo y 45 m de ancho, con un sistema sencillo de iluminación de aproximación de 400 m, luces PAPI con pendiente de 3°, umbral con luces indicadoras de extremo de pista.

La pista tiene una superficie de asfalto, todas las ayudas para la aproximación y las instalaciones de iluminación del aeródromo estaban funcionando normalmente a la hora del accidente.

No había NOTAMS vigentes en la estación de México que restringieran la operación, modificación de cualquier instalación, servicio, procedimiento o riesgo aeronáutico.

Todas las ayudas para la aproximación y las instalaciones de iluminación del aeródromo estaban funcionando correctamente a la hora del accidente, existían condiciones meteorológicas visuales en la estación.

1.11. Registrador de voz y de vuelo.

1.10.1. La aeronave estaba equipada con un Registrador de Datos de Vuelo (FDR) marca Honeywell modelo SSFDR 4700, número de parte 980-4700-042, número de serie **VER 1** fue localizada en su ubicación de diseño en la cabina de pasajeros en la estación 947, sin daños, este registrador es de estado sólido (SSFDR¹⁸)

El SSFDR no grabó el Tiempo Universal Coordinado (UTC), por lo que los tiempos que se mencionen en el análisis de los tiempos se hará referencia a los SRN¹⁹, lo mismo ocurrió con los parámetros de los flaps.

La información fue extraída en las instalaciones de la NTSB ubicadas en la Ciudad de Washington, D. C., las gráficas se muestran en el Adjunto A.



Fig. 1.10.1. Condiciones exteriores del SSFDR

1.10.2. Análisis de los datos del registrador de datos de vuelo

De los datos extraídos del FDR muestran que la aeronave tenía una configuración de 30 grados de flaps, la aproximación con vuelo en modo manual información documentada a partir de 1,000 ft sobre el terreno, de acuerdo con la información capturada por la computadora los vientos provenían del sur-suroeste, aproximadamente con una intensidad de 10 kt, disminuyendo a cero nudos antes del toque con la pista, es decir tenía una componente predominante de viento cruzado y una componente menor de viento de cola.

La velocidad de referencia para el aterrizaje (V_{REF}) para el equipo fue de 134 nudos, a los 1,000 pies sobre el terreno, el promedio de la velocidad calculada fue de 148 nudos ($V_{REF} + 14$) y de 152 nudos ($V_{REF} + 18$) antes del flare. Se aprecia un uso constante del control de mando de la aeronave durante la aproximación, lo que resultó en una actitud de cabeceo y alabeo fluctuante, estas fluctuaciones contribuyeron en las variaciones en la velocidad vertical calculada.

El flare fue realizado con nariz arriba aproximadamente en el tiempo 36.906 segundos, a una altitud de 65 pies, los aceleradores se actuaron a posición de idle en el tiempo de 36,911 segundos, el viento era calmo al momento de que las piernas principales del tren de aterrizaje hacen contacto con la superficies de la pista, lo que ocurrió a los 36,913.5 segundos con una velocidad de 149 nudos computarizada ($V_{REF} + 15$) y una velocidad en tierra (ground speed) de 174 nudos, la aeronave presenta un ligero ángulo de inclinación lateral hacia la derecha y un pequeño ángulo de deriva a la izquierda al momento del aterrizaje. La relación de descenso calculada (velocidad

¹⁸ Solid State Flight Data Recorder, guarda la información en un formato digital que utiliza una memoria no volátil de estado sólido como medio de grabación

¹⁹ Subframe Reference Number, cada SRN, que graba el registrador es igual a un segundo transcurrido

vertical negativo) al momento del aterrizaje fue de alrededor de 2 pies/segundo, con un factor de carga normal de 1,4 g's, posteriormente la aeronave presenta un pico en la aceleración lateral de alrededor de 0,1 g al momento del aterrizaje, y que siguió aumentando a la derecha en la carrera de aterrizaje, alcanzando un máximo de 0,4 g's, antes de desplazarse hacia la izquierda. Oscilaciones tanto en el factor de carga y la aceleración lateral se presentan después de toque con la pista.

Las reversas y speedbrakes (solamente se registraron los spoilers posición 2 y 7) se desplegaron a su totalidad por aproximadamente 2 segundos después del toque con la pista, la aeronave termina su carrera de aterrizaje entre los tiempos de 36,918 y 36,920 segundos, posteriormente la pierna izquierda del tren de aterrizaje se colapsa, debido a un rápido incremento en el ángulo de banqueo a la izquierda y de la actitud de cabeceo, se observan picos tanto en la aceleración longitudinal y como el factor de carga, así como un cambio significativo en la aceleración lateral hacia la derecha. A medida que continúa la carrera de desaceleración, la tripulación comando inicialmente el timón a la derecha para posteriormente comandar el timón completamente hacia la izquierda. Las reversas permanecieron desplegadas a lo largo de la carrera de desaceleración, sin embargo, el motor posición número uno comenzó a perder revoluciones después del tiempo 36,936 segundos, la aeronave finalmente detuvo su desplazamiento 36 segundos después de toque con la pista.

1.10.3. La aeronave también tenía instalada una Grabadora de Voz (CVR) marca Honeywell, modelo SSCVR, número de parte 980-6022-001 serie CVR30-3483 la cual tiene una capacidad de grabar los últimos 30 minutos de audio, los cuales son almacenados como datos digitales en una memoria de estado sólido, el audio está almacenado en cuatro canales, un canal para cada miembro de la tripulación, un canal para el observador y un canal ambiental, cuando la CVR es removida o desactivada de la aeronave esta retiene los últimos 30 de la operación, la información fue extraída en las instalaciones de la NTSB, a continuación se transcribe:



Fig. 1.10.2. Condiciones exteriores del SSCVR

Hora	Involucrado	Transcripción CVR
00:00:05.895	CAM	
00:00:25.503		
00:01:03.314	CAM	
00:01:39.296	CAM	
	CAM	VER 7
	CAM	



Hora	Involucrado	Transcripción CVR
00:01:56.206	CAM	
	CAM	
00:02:09.183	ACC MEX	
00:02:17.048	GMT779	
00:02:21.767	ACC MEX	
00:02:24.324	CAM	
	CAM	
00:02:37.497	CAM	
	CAM	
00:03:02.469	CAM	
00:03:06.008	CAM	
	CAM	
	CAM	
00:03:08.171	CAM	
00:03:26.261	CAM	VER 7
	CAM	
00:03:28.461	ACC MEX	
00:03:33.656	GMT779	
00:03:33.929	CAM	
00:03:39.631	CAM	
	CAM	
00:04:24.069	CAM	
	CAM	
	CAM	
	CAM	
00:04:43.731	ACC MEX	
00:04:47.860	GMT779	
00:04:49.433	CAM	
	CAM	
	CAM	
00:05:17.748	CAM	
	CAM	
	CAM	
00:05:23.450	GMT779	
00:05:24.629	CAM	
00:05:26.989	APP MEX	
00:05:31.118	GMT779	
	CAM	
	CAM	



Hora	Involucrado	Transcripción CVR
	CAM	
00:06:20.275	APP MEX	
00:06:25.141	GMT779	
00:06:38.462	CAM	
	CAM	
	CAM	
	CAM	
00:06:50.448	CAM	
00:07:12.282	CAM	
	CAM	
00:07:30.175	CAM	
	CAM	
00:07:44.037	CAM	
00:08:07.436	CAM	
00:08:32.112	CAM	
	CAM	
	CAM	
00:07:28.659	APP MEX	
00:07:35.932	GMT779	
00:08:08.897	APP MEX	
00:08:12.581	GMT779	
00:09:22.891	GMT779	
00:10:15.144	TAM MEX	
00:10:26.619	GMT779	
00:10:41.836	CAM	
	CAM	
00:12:03.338	TAM MEX	

VER 7



Hora	Involucrado	Transcripción CVR
00:12:05.943	GMT779	
00:12:24.180	CAM	
00:12:34.700	CAM	
00:12:39.025	CAM	
	CAM	
00:13:13.509	CAM	
	CAM	
00:13:20.748	CAM	
00:13:36.416	CAM	
00:13:42.634	TAM MEX	
00:13:44.846	GMT779	
00:15:23.405	TAM MEX	
00:15:30.385	CAM	
00:15:31.466	CAM	
00:15:32.396	CAM	
00:15:33.875	GMT779	
00:15:34.907	CAM	
00:15:35.694	GMT779	
00:15:48.622	CAM	
00:15:52.014	CAM	
00:15:52.554	CAM	
00:15:57.912	CAM	
00:17:16.120	CAM	
	CAM	
00:17:18.038	TAM MEX	
00:17:20.594	GMT779	
	CAM	
	CAM	
	CAM	
00:17:34.898	CAM	
	CAM	
	CAM	
00:17:43.427	CAM	
00:17:47.654	CAM	
	CAM	
	CAM	
00:18:06.260	TAM MEX	
00:18:09.013	GMT779	
00:18:12.306	GMT779	
00:18:17.763	RADAR	
00:18:21.351	GMT779	
00:18:53.275	CAM	
	CAM	

VER 7

Hora	Involucrado	Transcripción CVR
00:19:04.633	CAM	
00:19:15.005	CAM	
00:19:15.915	CAM	
00:19:22.846	CAM	
00:19:28.990	CAM	
	CAM	
	CAM	
00:19:40.444	CAM	
00:19:45.728	CAM	
00:19:47.621	CAM	
00:19:55.879	CAM	
00:19:59.689	CAM	
00:20:12.838	RADAR	
00:20:18.933	GMT779	
	CAM	
00:21:04.846	CAM	
00:21:07.008	RADAR	
00:21:09.909	GMT779	
00:21:14.652	CAM	
00:21:28.686	CAM	
00:21:31.341	CAM	
00:21:44.937	CAM	
	CAM	
	CAM	
00:21:59.237	CAM	
	CAM	
	CAM	
	CAM	
00:22:07.569	CAM	
00:22:16.884	CAM	
00:22:21.333	CAM	
00:22:23.865	CAM	
00:22:31.410	CAM	
00:22:42.446	CAM	
00:22:43.380	CAM	

VER 7

Hora	Involucrado	Transcripción CVR
00:22:52.425	RADAR	
00:22:55.104	CAM	
00:22:56.185	GMT779	
00:22:58.962	CAM	
00:23:12.136	CAM	
	CAM	
00:23:19.510	CAM	
00:23:30.791	RADAR	
00:23:34.085	GMT779	
00:23:41.261	GMT779	
00:23:44.801	RADAR	
00:24:30.344	CAM	
00:24:37.275	CAM	
00:24:40.225	CAM	
	CAM	
00:24:48.213	CAM	
00:26:38.667	CAM	
00:26:40.461	CAM	
00:27:24.112	CAM	
00:27:25.784	CAM	
	CAM	
00:27:27.725	CAM	
00:27:37.434	CAM	
00:27:43.824	CAM	
00:28:01.229	CAM	
00:28:06.166	CAM	
00:28:10.590	CAM	
00:25:10 UTC	GMT779	
00:28:30.404		
00:25:15 UTC	TWR MEX	
00:28:33.054		
00:28:42.640	CAM	
00:25:25 UTC	GMT779	
00:28:43.846		
00:28:58.247	CAM	
00:28:59.746	CAM	
00:25:44 UTC	GMT779	
00:29:02		
00:29:35.139	CAM	
00:29:36.614	CAM	
00:30:01.880	CAM	
00:30:31.767	CAM	
00:30:33.340	CAM	
00:30:36.290	CAM	
	CAM	
00:29:39.997	CAM	

VER 7

Hora	Involucrado	Transcripción CVR
00:27:31 UTC	GMT779	
00:30:58.508		
00:31:13.255	TWR	
00:27:40 UTC	GMT779	
00:31:16		
00:31:16	CAM	
		VER 7
		FIN DE LA TRANSCRIPCION

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

El lugar del accidente se encuentra ubicado en el cadenamiento 2,076 m de la pista 05L, del aeropuerto internacional de la Ciudad de México, la aeronave se localizó a 5m a la derecha del eje de la pista.

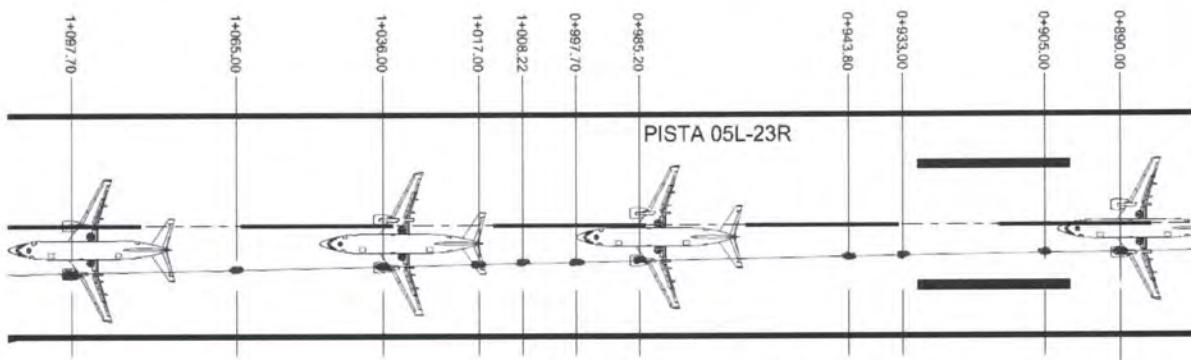


Fig. 1.12.1 Entre el cadenamiento 0+890 y 1+097 se encontraron daños en la superficie de la pista

La aeronave se encontró completa en el lugar del accidente, no hubo desprendimiento de ningún componente o accesorio, solamente la pierna izquierda del tren de aterrizaje estaba colapsada e incrustada en el intradós de la semiala izquierda. La retracción de la pierna ocurrió durante la carrera de aterrizaje en el cadenamiento 1+097 el momento del impacto o antes, a partir de este cadenamiento existen huellas de arrastre del motor posición número uno sobre la pista hasta el cadenamiento 2+076 es decir recorrió 980 m en esa posición.



Fig. 1.12.2 No se desprendió ningún componente de la aeronave previo a la retracción de la pierna izquierda del tren de aterrizaje

En el Adjunto B, se plasmó la secuencia de aterrizaje y huellas más importante localizada sobre la superficie de la pista. También de la investigación de campo en el sitio del accidente y recorrer en su totalidad la superficie de la pista 05L/23R se localizaron marcas muy similares a las publicadas por Boeing en su boletín técnico para las operaciones de vuelo de Boeing, número 737-15-2 de fecha 14 de diciembre de 2015, producidas por vibración severa en la pierna izquierda del tren de aterrizaje que comienza al momento en que la aeronave hace el toque con la superficie de la pista y continua durante la carrera de aterrizaje hasta ocasionar la retracción de la pierna, como se puede observar en la figura 1.12.2.



Fig. 1.12.3 Huellas localizadas similares a un suceso shimmy

1.13. Información médica y patológica

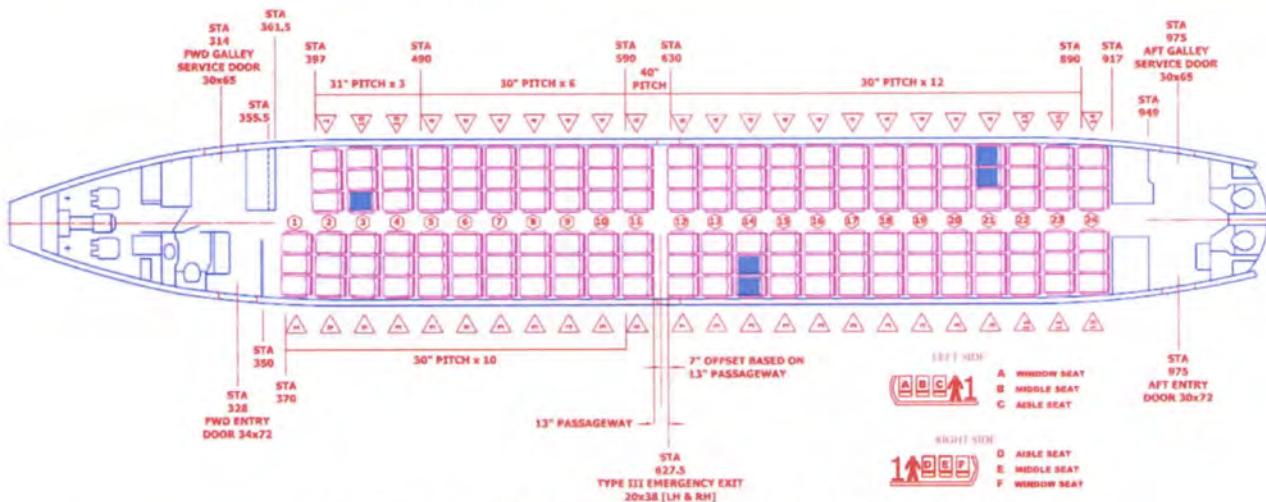
Se realizaron los exámenes médicos correspondientes a los miembros de la tripulación de vuelo y cabina, todos los exámenes indican que no hay ningún vestigio de que factores fisiológicos, toxicológicos o incapacitación que afectaran la actuación de los miembros de la tripulación.

1.14. Incendio

La parte inferior del motor posición número uno se estuvo deslizando sobre la superficie de la pista 05L, por 980 m, por la fricción se produjeron chispas sin originar un incendio en la aeronave, sin embargo, el Servicio de Extinción de Incendios (SEI) del explotador del aeródromo aplico agente extintor para asegurar que no se produjera fuego.

1.15. Aspectos de supervivencia.

De acuerdo con las declaraciones de la tripulación de cabina, una vez que se detuvo la aeronave recibieron la notificación por parte de la tripulación de vuelo para evacuar la aeronave, a las 18:29 horas, la sobrecargo mayor realiza las coordinaciones correspondientes, sin embargo por la posición en que quedó la aeronave recargada sobre la pista se le dificultó abrir la salida de emergencia R1 por lo que fue necesario que un pasajero la ayudara a abrirla lo mismo se suscitó al intentar abrir la puerta de emergencia R2 siendo el pasajero de esta puerta el primero en evacuar la aeronave y cuando estaba saliendo se percató que el SEI se acercaba a la aeronave para apoyarlos. Un porcentaje mayor de los pasajeros utilizó la salida de emergencia R2 debido a que no se podía abrir la puerta de emergencia R1 además el tobogán no asentó bien contra el terreno, pasó un par de minutos y se pudo abrir y extender el tobogán de la puerta R1.



1.15.1. Asientos donde iban ubicados cinco de los siete los pasajeros con lesiones leves



Fig. 1.15.2. Pasajeros arribando al edificio terminal



Fig. 1.15.3. Algunos pasajeros bajaron sus pertenencias

El tobogán R1 numero de parte 61620-468 serie 0642A y el tobogán R2 numero de parte 61621-469 serie 1874A se desplegaron sin dificultad, la evacuación de la aeronave se realizó en condiciones de oscuridad, solamente con la iluminación de emergencia dentro de la aeronave.

A las 18:30 horas arriba el SEI al lugar del accidente e inmediatamente comienzan a descargar la espuma sobre el motor posición número uno y lado izquierdo de la aeronave, un minuto después se presenta el Inspector Verificador Aeronáutico de la Autoridad Aeronáutica, integrando y coordinando el PMM²⁰, emite el NOTAM de cierre de pista 05L/23R, continúan coordinando la evacuación de los pasajeros y el rescate del equipaje, de la inspección que se realizó a los asientos, cinturones de seguridad y portaequipajes ninguno de estos falló o impidió que las personas evacuaran la aeronave.

²⁰ Puesto de Mando Móvil



Fig. 1.15.4. Personal de tráfico atendiendo a pasajeros en el ambulatorio



Fig. 1.15.5. Pasajeros con lesiones trasladados vía ambulancia

El tobogán de la puerta R1, no hizo contacto con la superficie de la pista, quedando aproximadamente 60-80 cm de la superficie de la pista como se aprecia en la fig. 1.14.6., lo anterior derivado de la posición en la que quedó la aeronave por el colapso de la pierna izquierda.



Fig. 1.15.6. Tobogán de la puerta R1, sin apoyarse sobre la superficie

De acuerdo con declaración de testigos y de la tripulación de sobrecargos la evacuación se llevó a cabo en 5 minutos.

1.16. Ensayos e investigaciones.

De la investigación de campo realizada por el investigador a cargo de la Dirección de Análisis de Accidentes e Incidentes de Aviación, resguardo en su totalidad la pierna izquierda del tren de aterrizaje de la aeronave y todos los componentes que se desprendieron durante la secuencia del accidente, se envió a las instalaciones del fabricante en Los Ángeles California, de común acuerdo con el Operador, el Representante del Estado de Matrícula, el Representante del Fabricante a través de su Autoridad encargada de la Investigación de Accidentes, y se tomó la decisión de desensamblar la pierna izquierda del tren de aterrizaje y realizar un análisis metalográfico al tipo de fracturas encontradas en la aeronave y en la pierna izquierda del tren de aterrizaje, de entre las partes inspeccionadas y desarmadas se encuentran:

- Upper Torsion Link P/N 65-67963-4
- Upper Torsion Link Pin P/N 69-720023-4

- Lower Torsion Link P/N 65-46102-4
- Lower Torsion Link Pin P/N 69-72023-4
- Lower Torsion Link Bushings P/N 65-46150
- Shimmy Damper P/N 65-44771
- Thrust Washer (Apex) P/N 69-54358-2
- Thrust Washer (Keyed) P/N 69-54358-1

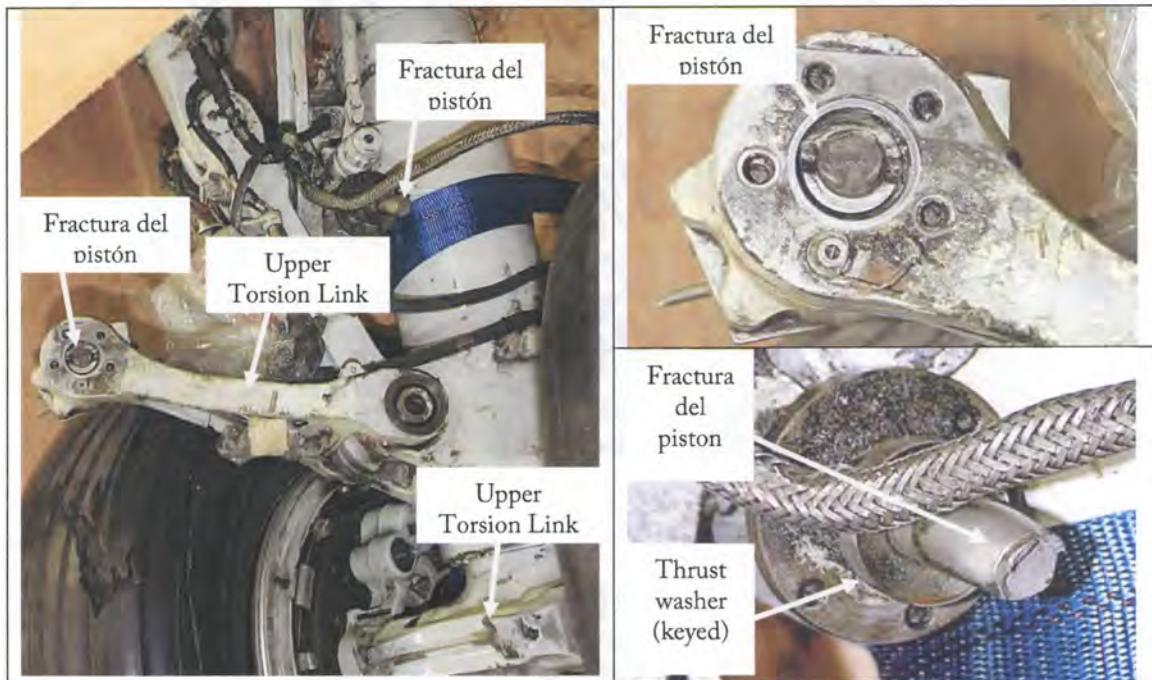
Análisis

Entre los componentes mecánicamente dañados y fracturados está el pistón del shimmy damper que presentaba dobles y fractura, así también cuatro de los cinco tornillos que sujetan el housing al upper link están fracturados, además, los tornillos que sujetan el shimmy damper compensator al housing también se fracturaron. El lower torsion link estaba fracturado desde la T-Shapped, el upper torsion link tenía varias abolladuras y grietas menores.

El shimmy damper fue inspeccionado exteriormente y desensamblado de lo cual no se observaron anomalías que pudieran afectar la función del amortiguador (shimmy damper).

Conclusiones

De las partes analizadas no se identificaron deficiencias en el material y las fracturas se propagaron principalmente debido a sobresfuerzos, además, el thrust washer pudo haber acelerado esta acción debido a la presencia de partículas abrasivas (vidrio).

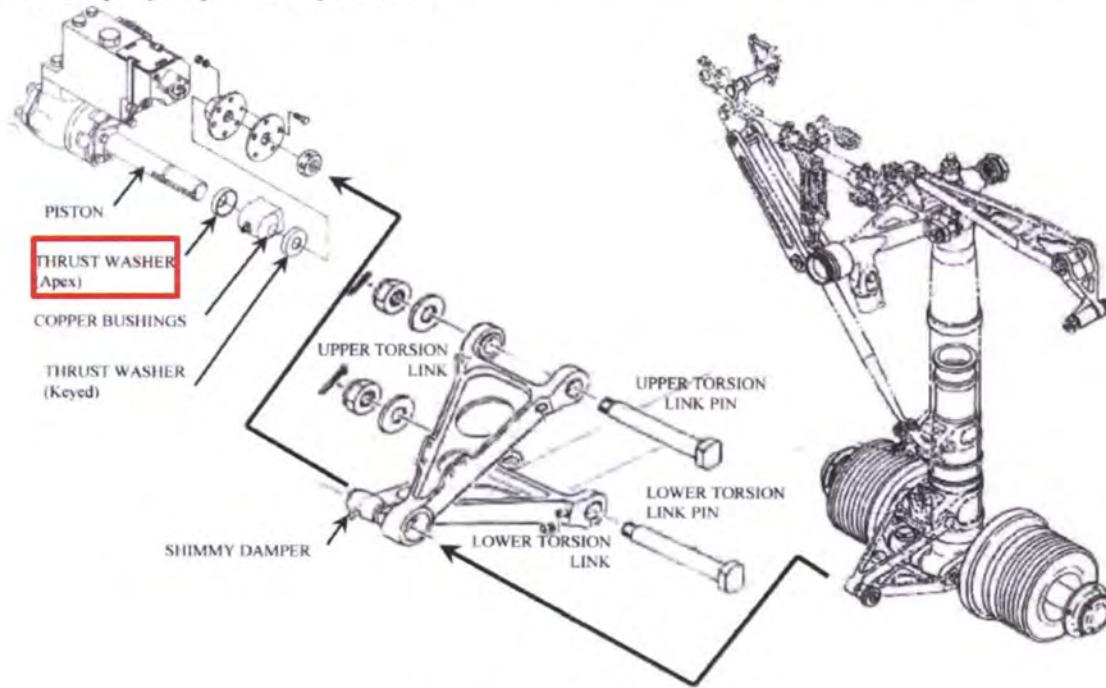


El pistón del shimmy damper y el thrust washers, upper y lower links, pinos y cojinetes fueron desensamblados para exámenes más detallados.



Pistón del Shimmy damper

- 1) El pistón del Shimmy Damper falló en las marcas de desgaste debido al contacto con la Apex thrust washer.
- 2) La fractura del pistón del Shimmy Damper consistió principalmente en una fractura dimpled²¹, consistente con una sobrecarga dúctil debido a una combinación de cargas de tensión y flexión. El lado de compresión central de la fractura tenía algunas indicaciones de quasi-división, probablemente debido a las condiciones de carga.
- 3) La composición del material, la dureza y la microestructura fueron consistentes con la aleación de acero inoxidable endurecida por precipitación especificada.



1.16.1. Pierna izquierda del tren de aterrizaje

²¹ Ópticamente se caracteriza por una superficie más bien opaca, y observada a mayores aumentos en un microscopio electrónico, está caracterizada por pequeñas depresiones o cavidades(dimples) que son la resultante de la coalescencia de micro cavidades iniciadas alrededor de inclusiones, partículas o discontinuidades que originan una concentración de tensiones que van en aumento local de la deformación plástica

Shimmy damper apex y keyed thrust washers

- 1) El Apex Shimmy Damper y la keyed thrust washers tenían marcas de desgaste que corresponden al contacto del pistón y la nut plate.
- 2) Las marcas de desgaste presentaban partículas finas e incrustadas en la superficie del material que eran consistentes con el vidrio. Estas partículas abrasivas en la superficie de contacto pudieron haber acelerado el desgaste de las superficies.
- 3) La washer tenía exceso de pintura blanca a lo largo de las superficies de diámetro exterior.
- 4) La composición del material, la dureza y la microestructura fueron consistentes con la aleación de acero inoxidable endurecido por precipitación especificada.
- 5) La junta Apex muestra un desgaste marcado debido a un juego entre este y el lower torsion link, este juego impide la acción de amortiguar

Lower torsion link

- 1) El lower torsion link presenta dos fracturas transversales que consistían principalmente en una fractura dimpled, consistente con una sobrecarga dúctil debido a una combinación de cargas de tensión y flexión.
- 2) El origen de la fractura (fractura del lado izquierdo) consistía en una región poco profunda de cuasi-división, posiblemente debido a condiciones de carga. En la microdureza transversal no se identificó ningún endurecimiento localizado de la superficie.
- 3) La composición del material, la dureza y la microestructura fueron consistentes con la aleación de acero especificada. Se observó que la dureza del lower link era ligeramente mayor que el rango de tensión especificado.

Lower torsion link bushings

- 1) Las fracturas y grietas del Lower torsion link bushings se originaron a partir en las esquinas de la muesca. Estas esquinas también eran nítidas y sin un radio discernible.
- 2) La zona de las fracturas y el origen de la falla y crecimiento lento consiste en corrosión intergranular, apuntando que se habían propagado antes del colapso del Main Landing Gear. Estas regiones de crecimiento lento se extendieron a una profundidad máxima de aproximadamente 0.020 pulg. Se encontró una región poco profunda de clivaje²² y posiblemente fatiga en la raíz de la grieta.
- 3) El servicio restante y la fractura inducida por laboratorio consistieron en una fractura dimpled en facetas intergranulares.
- 4) Las superficies del diámetro exterior del bushing tenían pintura, probablemente por exceso de pulverización.
- 5) La composición del material, la dureza y la microestructura fueron consistentes con una aleación de cobre-berilio.

Upper torsion link

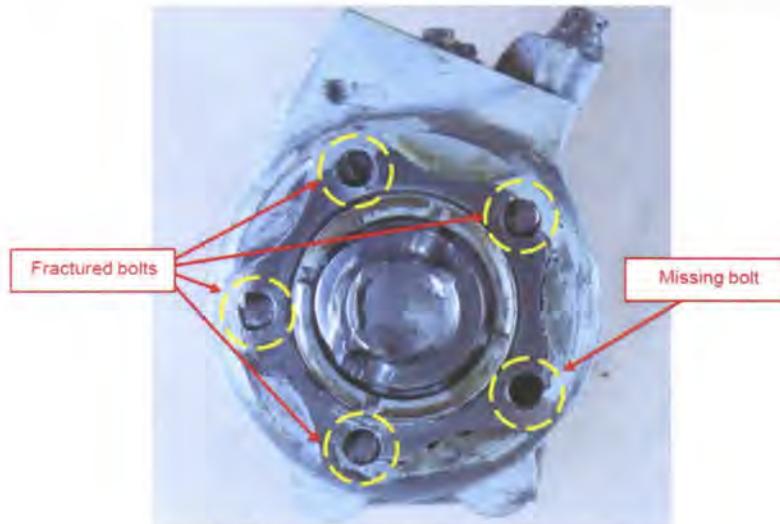
- 1) El upper torsion link tenía abolladuras y grietas consistentes con el contacto con el cilindro.

Pines del upper y lower torsion link

- 1) Los pines tenían marcas de desgaste circunferenciales que estaban concentradas en los extremos. Se observó que la marca de desgaste máxima era de aproximadamente 0,0025 pulgadas de profundidad.
- 2) La dureza fue consistente con la aleación de acero especificada.

Las condiciones externas del damper assembly después del suceso se muestran en la fig. 1.15.3, se aprecian cuatro de los cinco tornillos que sujetan el damper assembly al torsion link, fracturados y parte de los pernos todavía estaban presentes en los orificios de fijación, solamente uno de los pernos faltaba y el orificio de ese tornillo está intacto.

²² Es el mecanismo responsable de la mayoría de las fracturas rápidas. Se produce por la separación de planos cristalográficos bien definidos, característicos de cada estructura



1.16.3. Condiciones externas del damper assembly

En el sitio del accidente se extrajo remanente del líquido del strut de la pierna izquierda del tren de aterrizaje para que fueran analizadas sus características con un producto virgen, el fabricante del líquido concluyó lo siguiente, el fluido tiene una viscosidad muy alta aproximadamente 60% más que un producto virgen, contiene material de desgaste y cantidades excesivas de otros contaminantes o componentes desconocidos. Lo encontrado es consistente con un fluido que ha sido sometido a un uso prolongado.

1.17. Información sobre organización y gestión.

1.17.1. Grupo Aéreo Monterrey, S. A. de C. V., cuenta con Certificado de Explotador de Servicios Aéreos número GMT/2002, destinado al servicio público de transporte aéreo no regular de fletamiento de pasajeros, servicio público de transporte aéreo internacional no regular de fletamiento de pasajeros y servicio público de transporte aéreo nacional regular de pasajeros, carga y fletamiento, no tiene autorizado transportar mercancías peligrosas.

La Organización cuenta con nueve aeronaves B737 autorizadas (7 series 300, 1 serie 200 y 1 serie 500). Cuenta con una estructura organizacional de una Dirección General y Dos Direcciones (Operaciones e Ingeniería y Mantenimiento), de estas dos Dirección se desprenden cuatro Gerencias (Operaciones, Ingeniería, Mantenimiento y Control de Calidad).

1.17.2. Mantenimiento

El mantenimiento de las aeronaves de la flota de la empresa es efectuado por el Taller de Grupo Aéreo Monterrey, S. A. de C. V., tiene aprobados sus programas de mantenimiento y componentes limitados por tiempo en su Manual General de Mantenimiento y Procedimientos de Taller, Capítulo 18, los cuales se fundamentan en lo que indica el fabricante en sus Manuales de Mantenimiento. El control de los programas de mantenimiento se lleva a cabo como se indica en el MGMyPT de Grupo Aéreo Monterrey, S. A. de C. V.

El taller tiene una frecuencia de inspección para aeronaves Boeing 737-300, de aeronaves con incorporación a la flota de Grupo Aéreo Monterrey, S. A. de C. V., y debido a que el Arrendador de las mismas ha solicitado que las aeronaves mantengan el mismo programa de mantenimiento del operador GOL Transportes Aéreos, tienen autorizado lo siguiente:

Programa de Mantenimiento para Planeador-Servicios Menores



ITEM	SERVICIO	INTERVALO
1	24 Horas (1)	Antes del primer vuelo del día
2	Tránsito (1)	En cada escala de la ruta
3	7 Días (1)	Cada 7 días
4	1 A (1)	250 horas
5	2 A (1)	500 horas
6	3 A	750 horas
7	4 A (1)	1,000 horas
8	5 A	1,250 horas
9	6 A	1,500 horas
10	7 A	1,750 horas

ITEM	SERVICIO	INTERVALO
11	8 A (1)	2,000 horas
12	9 A	2,250 horas
13	10 A (1)	2,500 horas
14	11 A	2,750 horas
15	12 A	3,000 horas
16	13 A	3,250 horas
17	14 A	3,500 horas
18	15 A	3,750 horas
19	16 A	4,000 horas

Programa de Mantenimiento para Planeador-Servicios Mayores

ITEM	SERVICIO	INTERVALO
20	1C (1)	4,000 horas
21	2C (1)	8,000 horas
22	3C	12,000 horas
23	4C (1)	16,000 horas
24	5C	20,000 horas
25	6C	24,000 horas
26	8C	32,000 horas

El Taller tiene la capacidad para realizar servicios a motores

- Inspección a los Alabes del fan (250 horas de servicio)
- Inspecciones Boroscópicas a Motores (500 horas de servicio de la aeronave incluye compresor, elementos de 4,000 horas para cámaras de combustión y elementos de 2,000 horas para turbinas)
- Análisis espektrométrico de aceite.
- Lavado de compresor con agua (250 horas de servicio)
- Lavado de Compresor con Detergente.
- Inspección Mayor de Motores (Sección Caliente ú Overhaul)
- Cambio de Discos de Compresor por tiempo límite
- Reparación mayor al APU
- Programa de Control y Prevención de Corrosión
- Programa de Inspecciones Estructurales Suplementarias
- Programa de Boletines de Inspección y Modificaciones Estructurales por Envejecimiento
- Instalación de equipo de radio

Grupo Aéreo Monterrey, S. A. de C. V., cuenta con una autorización del programa de confiabilidad así como de prorratoe de tiempos, donde indican que el límite de tiempo permanecerá vigente hasta que las aeronaves, motores y accesorios sean sometidos a su primera revisión mayor (overhaul). Después de lo anterior, las aeronaves serán inspeccionadas y sometidas a revisión mayor (overhaul) de acuerdo con el programa de mantenimiento de Grupo Aéreo Monterrey, S. A. de C. V. y los límites de tiempo aprobados.

1.17.3. Se aprecia por las imágenes de CCTV del explotador del aeródromo, que Grupo Aéreo Monterrey, S. A. de C. V., no cuenta con instalaciones adecuadas para la asistencia a las víctimas de accidentes de aviación y sus familiares ya que realizó la atención de pasajeros en el ambulatorio de la terminal aérea T1 del AICM.



Fig. 1.17.4.1 No se dispuso una zona asilada dentro de las instalaciones del aeropuerto, para atender a los pasajeros

1.17.4. Autoridad Aeronáutica

En el año de 2015, la Autoridad Aeronáutica encargada de la emitir la reglamentación para las condiciones técnicas y administrativas para el otorgamiento, renovación y reposición del certificado de aeronavegabilidad²³ se estableció que el periodo de vigencia se extendiera por dos años, sin embargo la autoridad no considero la implementación del concepto de aeronavegabilidad continuada²⁴ para verificar o certificar la aplicación los servicios e inspecciones que le corresponden a la aeronave por las horas de vuelo acumuladas o por tiempo calendario.

De la última verificación técnica administrativa realizada a Grupo Aéreo Monterrey, S. A. de C. V., del 20 al 24 de julio de 2015, en la sección correspondiente a seguridad de cabina de pasajeros, los inspectores verificadores aeronáuticos encontraron los siguientes hallazgos:

- Sobrecargos vuelan más de 90:50 horas al mes hasta 103:42 horas, incumpliendo con lo establecido en el Manual de Sobrecargos del Operador.
- Falta de apego a procedimientos de recarga de combustible con pasajeros abordando
- Manuales de sobrecargo desactualizados (utilización de formatos diferentes)
- Falta de personal de sobrecargos (no cuentan con reservas para la categoría de sobrecargo mayor, únicamente hay para sobrecargos segundas y no siempre, el día 23 de julio de 2015, no había encargado en la oficina para el control de la firma de las sobrecargos y en su caso para la activación de la reserva)
- El taller efectúa trabajos de pintura sin estar autorizados
- Durante el servicio de tránsito se trató de acceder a la plataforma del fabricante MYBOEINGFLEET para tener información de los trabajos a seguir, sin embargo no se pudo tener acceso
- Ninguno de los vuelos de Grupo Aéreo Monterrey, S. A. de C. V., que arribaron a la estación de Cancún no traían Mecánico a Bordo
- Se tienen dos reporte relacionados con los motores de dos aeronaves uno indica "motor 2 no arranca", "Motor 2 al despegue se desploma", "desplome motor 2", sin embargo no se tiene un seguimiento de falla, para descripción o referencia de su mantenimiento y/o reparación.

²³ Certificado de aeronavegabilidad: documento oficial que acredita que la aeronave está en condiciones técnicas satisfactorias para realizar operaciones de vuelo, definición de la Ley de Aviación Civil, Artículo 2 fracción V.

²⁴ la aeronavegabilidad continuada es el conjunto de procesos mediante los cuales una aeronave, motor, hélice o componente cumple con los requisitos de aeronavegabilidad aplicables y permanece en una condición para un funcionamiento seguro durante todo su límite de vida, definición del Doc 9760 Airworthiness Manual



1.18. Información adicional

Durante la realización de la investigación de este accidente la Autoridad Aeronáutica del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, notificó que el 11 de julio de 2016, a las 19:48 horas se incidentó la aeronave marca Boeing modelo B737-322 número de serie **VER 1** matrícula XA-UNY, número de vuelo GMT777 ruta Cancún – México, durante la carrera de aterrizaje por la pista 05L del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, al mando de los controles el Comandante **VER 2** con licencia de Piloto de Transporte Público Ilimitado de ala fija número **VER 2** y como primer oficial el C **VER 3** con licencia de Piloto Comercial de ala fija número **VER 3**, ambas en vigor, resultando junto con 139 pasajeros sin lesiones, la aeronave con daños menores, condiciones meteorológicas visuales imperaban en la estación, por las evidencias recopiladas en la investigación de campo del incidente de la aeronave XA-UNY, se trata nuevamente de un suceso relacionado con la vibración excesiva en la pierna izquierda del tren de aterrizaje.

Después de suscitado este incidente grave, el área de mantenimiento de Grupo Aéreo Monterrey, S. A. de C. V., realizó una mayor serie de monitoreos y cambios los cuales están descritos en el Adjunto C, cabe hacer mención que después de estas medidas tomadas no se ha vuelto a suscitar un suceso Shimmy.

Después de la ocurrencia del incidente el taller de Grupo Aéreo Monterrey, S. A. de C. V., realizó una serie de recomendaciones emanadas del 737-FTD-32-11001, carta de servicio 737-SL-32-057, y el MOM-MOM-15-0853-01B, donde salieron los siguientes resultados:

- En diciembre de 2015, se realizó una inspección extraordinaria a toda la flota del correcto ajuste del ápex nut de acuerdo al AMM 32-11-81/501
- Desensamble y ajuste de la unión del ápex al pistón del shimmy damper
- Verificar purga del aire del shimmy damper (32-11-81/401)
- Inspección del libre juego torsional (AMM 32-11-00/601, B32-11-00-6C-1 y B32-11-00-6C)
- Ajuste del shimmy damper (32-11-81/501)
- Inspeccionar los neumáticos por desgaste (inspección de 24 horas)
- Verificar la correcta presión de los neumáticos (inspección de 24 horas)
- Verificar la correcta realización del servicio a las piernas principales del tren de aterrizaje (inspección de 7 días)
- Inspeccionar las uniones estructurales para evitar la existencia del libre juego excesivo (32-011-03-01 y 31-01-03-02)

Después de estas medidas ya no se ha vuelto a presentar un suceso relacionado con el shimmy, hasta la publicación de este informe final.



2. Análisis

2.1. Operaciones de vuelo.

- 2.1.1. El Comandante estaba sentado del lado izquierdo de la aeronave como piloto volando y llevaba los controles de la aeronave al momento del accidente, el primer oficial llevaba las comunicaciones con los servicios de tránsito aéreo y realizaba las funciones de piloto monitoreando durante la operación de la aeronave.
- 2.1.2. El Comandante de la aeronave contaba con licencia vigente para operar aeronaves B737-300 y B737-500 con las capacidades de Capitán, instrumentos, multimotor, RTAR, cursos periódicos en el equipo accidentado.
- 2.1.3. Cuanta con experiencia como Copiloto en equipos B727 100/200, B737 200/300/400/500 y Capitán en equipos B737 300/500
- 2.1.4. No hay evidencias de fatiga ya que promediaba 63 horas de vuelo en los últimos tres meses previos al accidente, el día del accidente realizó su cuarto aterrizaje y 5 horas de vuelo
- 2.1.5. El primer oficial de la aeronave contaba con licencia vigente para operar aeronaves B737-300 y B737-500 con las capacidades de Capitán, instrumentos, multimotor, RTAR, cursos periódicos en el equipo accidentado.
- 2.1.6. Cuenta con experiencia como Copiloto en equipos B727 100/200, B737 200/300/400/500
- 2.1.7. No hay evidencias de fatiga ya que promediaba 82 horas de vuelo en los últimos tres meses previos al accidente, el día del accidente realizó su cuarto aterrizaje y 5 horas de vuelo
- 2.1.8. El GMT799 se reporta con la Torre de Control México "virando a plaza" y se le proporciona información de corrección altimétrica de 30.25, condiciones de viento variable de los 130° a 160° con 10 nudos de intensidad, rachas de 18 nudos y es instruido "si posible afrontar aproximación visual a cinco izquierda", indicando la tripulación del vuelo GMT799 "afirmativamente y dirigirse a la izquierda"
- 2.1.9. Las condiciones meteorológicas y de visibilidad en la estación MEX eran propicias y favorecían una aproximación en condiciones visuales.
- 2.1.10. De la información descargada de la FDR con los datos tabulados y 4 gráficas y con información obtenida a partir de los 500 ft RA (7,500 Alt. Press), la aeronave efectuó una aproximación visual a la pista 05L, de forma manual, con posición de flaps seleccionados a 30°, con un viento variando de los 185° a 225° y con una intensidad variable de 8 a 2.5 nudos, hasta el toque con la pista, resultando en la aproximación con una componente de viento cruzado predominante y un viento menor de cola.
- 2.1.11. La velocidad de referencia (V_{REF}) para el aterrizaje para la configuración y peso dentro de la envolvente de vuelo fue calculada en 134 kt, a los 1,000 ft., sobre el terreno, la velocidad promedio durante la aproximación fue de 148 kt ($V_{REF} + 16$ kt) habiendo registrado un pico por dos segundos de 155 kt ($V_{REF} + 21$ kt) y otro pico máximo de velocidad por un segundo de 156 kt ($V_{REF} + 22$ kt), de 152 nudos ($V_{REF} + 18$) antes de realizar el flare y alcanzando los 174 kt de Ground Speed al momento del toque con la superficie de la pista.
- 2.1.12. Se aprecia un uso constante del control de mando de la aeronave durante la aproximación, lo que resultó en una actitud de cabeceo y alabeo fluctuante, estas fluctuaciones contribuyeron en las variaciones en la velocidad vertical calculada.
- 2.1.13. La variación en la velocidad vertical en el descenso promedió los 900 ft/min con un pico máximo por 2 segundos de hasta 1,150 ft/min. La relación de descenso calculada (velocidad vertical negativa) al momento del aterrizaje fue de alrededor de 2 ft/seg, con un factor de carga normal de 1.4 g's, posteriormente la aeronave presenta un pico en la aceleración lateral de alrededor de 0.1 g al momento del aterrizaje, la cual siguió aumentando a la derecha en la carrera de aterrizaje, alcanzando un máximo de 0.4 g's, antes de desplazarse hacia la izquierda. Oscilaciones tanto en el factor de carga y la aceleración lateral se presentan después de toque con la pista.
- 2.1.14. El flare se inició con una altitud aproximada de 20m (65 ft), con una dirección del viento de los 225° con 2.5 kt justo antes del toque, con una actitud de nariz arriba en el tiempo 36.906 segundos, los aceleradores se actuaron a posición de idle en el tiempo de 36.911 segundos.
- 2.1.15. El viento era calmo al momento de que las piernas principales del tren de aterrizaje hacen contacto con la superficie de la pista, lo que ocurrió a los 36,913.5 segundos con una velocidad de 149 kt ($V_{REF} + 15$) y una velocidad en tierra (ground speed) de 174 kt
- 2.1.16. La aeronave presenta un ligero ángulo de inclinación lateral hacia la derecha y un pequeño ángulo de deriva a la izquierda al momento del aterrizaje.



2.1.17. Medido con los tiempos de la FDR, el toque con la pista fue a los 36,913.5 seg y de entre 4.5 y 6.5 segundos después entre los 36,918 y 36,920 seg la pierna izquierda del tren principal colapsó. A los 36,956, esto es 36 segundos posteriores al toque la aeronave detuvo la carrera de aterrizaje.

2.1.18. Los speed brakes²⁵ (se registró únicamente el despliegue de los spoilers 2 y 7) y las reversas fueron desplegados en su dimensión total, por aproximadamente 2 segundos posteriores al toque de la aeronave con la pista, la aeronave termina su carrera de aterrizaje entre los tiempos de 36,918 y 36,920 segundos, posteriormente la pierna izquierda del tren de aterrizaje se colapsa, provocando un rápido incremento en el ángulo de banqueo a la izquierda y de la actitud de cabeceo, se observan picos tanto en la aceleración longitudinal y como el factor de carga, así como un cambio significativo en la aceleración lateral hacia la derecha.

2.1.19. No se registró si se realizó o no presión a los pedales del sistema de frenos debido a que la FDR no grabó el parámetro.

2.1.20. A medida que continúo la carrera de desaceleración, la tripulación comando inicialmente el timón vertical a la derecha para posteriormente comandar el timón completamente hacia la izquierda. Las reversas permanecieron desplegadas a lo largo de la carrera de desaceleración, sin embargo el motor posición número uno comenzó a perder revoluciones después del tiempo 36,936 segundos, la aeronave finalmente detuvo su desplazamiento 36 segundos después de toque con la pista.

2.1.21. Al colapsar la pierna izquierda del tren de aterrizaje el motor posición número uno produce chispas por la fricción del mismo contra el asfalto sin llegar a ser un conato o incendio.

2.1.22. La actuación de los pilotos indicaban que su conocimiento y comprensión de los sistemas de la aeronave eran adecuados.

2.1.23. El comandante de la aeronave instruye al primer oficial de desalojar por el lado derecho de la aeronave y coordina el aviso para comunicar la emergencia a los pasajeros y el evacuar la aeronave.

2.1.24. A las 00:25:10 UTC, el CTA de TWR MEX proporciona las condiciones de tiempo actuales presencia de viento variable tanto de dirección (130° a 160°) como de intensidad (vientos sostenidos de 10 nudos, rachas de hasta 18 y 20 nudos), las condiciones de tiempo reales fueron muy similares a las pronosticadas únicamente la presencia de rachas no se tenía prevista.

2.1.25. El primer oficial estuvo en comunicación con Centro de Control Mérida y Centro de Control México, Aproximación México, y finalmente Torre de Control México, cabe mencionar que estas se efectuaron de acuerdo a los procedimientos establecidos, fraseología de manera legible y con una intensidad correcta, aunque de la grabadora de voz se aprecia que no está al pendiente de la información que proporcionan los servicios de transito aéreo debido a que está platicando con el Comandante de la aeronave situaciones no relacionadas con el vuelo.

2.1.26. El CTA de TWR MEX proporcionó asistencia pronta y efectiva a la tripulación del vuelo después de suscitado el accidente.

2.1.27. Todas las ayudas para la aproximación y las instalaciones de iluminación del aeródromo funcionaban normalmente a la hora del accidente.

2.1.28. Los pesos máximos de despegue, de aterrizaje de acuerdo con el manifiesto de carga de fecha 26 de noviembre, elaborado en la estación de Cancún, estaba dentro de la envolvente de vuelo.

2.1.29. De acuerdo con la grabadora de voz, la tripulación de vuelo en todo momento está comentando situaciones no inherentes al vuelo de acuerdo con los últimos 30 minutos del vuelo registrados en la CVR, incluso cuando comienzan el descenso y cruzan los 10,000 ft, como lo tienen contemplado en su Manual de Procedimientos Estándar de Operación, sección 8. Cabina estéril, no hubo tal apego al procedimiento antes mencionado

2.1.30. Se aprecia una falta de CRM entre los miembros de la tripulación, así como una atención disminuida a las instrucciones del Controlador tanto de Centro México como de Torre de Control México

²⁵ De acuerdo con el AMM solo tienen sensores en la posición 2 y 7



2.2. Aeronave

- 2.2.1. GOL Transportes Aéreos instaló la pierna izquierda del tren de aterrizaje el 03 de agosto de 2006, la cual fue certificada por overhaul, el 24 de abril de 2006, por Goodrich Landing System Services, FAA Approved Repair Station, la aeronave contaba con 61,224:03 horas totales, 11,255:39 de TURM y 37,734 ciclos totales
- 2.2.2. Basado en su promedio de operaciones de GOL Transportes Aéreos pronóstico que a la pierna izquierda del tren de aterrizaje por límite de vida le restaban 13,097 ciclos o por tiempo calendario al 07 de mayo de 2013 y para mandar el componente a overhaul le restaban 12,558 ciclos o por tiempo calendario al 14 de marzo de 2013.
- 2.2.3. El 30 de marzo de 2010 el Registro Aeronáutico Mexicano le asignó la matrícula definitiva a la aeronave XA-UNM, proveniente de Brasil con 64,171.36 y 17,880.36 de TURM
- 2.2.4. El taller autorizado DGAC No. 178, denominado Grupo Aéreo Monterrey, S. A. de C. V., lleva el mantenimiento de la aeronave bajo el Programa de Mantenimiento MSG2, manteniendo el mismo programa de mantenimiento del operador GOL Transportes Aéreos.
- 2.2.5. El 15 de septiembre de 2012, se efectúa el reemplazo de shimmy damper de la pierna izquierda del tren de aterrizaje por fuga hidráulica
- 2.2.6. El control de componentes – tren de aterrizaje de Grupo Aéreo Monterrey, S. A. de C. V., de fecha 23 de junio de 2015, indica que el overhaul a la pierna izquierda del tren de aterrizaje está programada para realizarse cada 10 años o 21,000 ciclos lo que ocurra primero, de acuerdo con este control la pierna tenía un remanente de 3,650 ciclos o en tiempo calendario al 12 de julio de 2016.
- 2.2.7. De acuerdo al programa de mantenimiento del fabricante indica que el overhaul de las piernas del tren de aterrizaje es sugerido cada 10 años o 21,000 ciclos, lo que ocurra primero
- 2.2.8. El 02 de noviembre de 2015 se le aplicó el servicio C al Left MLG upper and lower torsion links, Left MLG upper and lower torsion freeplay (at apex) y un servicio A al Main L/G hydraulic components.
- 2.2.9. El 23 de noviembre de 2015, en la estación de Cancún, la tripulación asentó en la bitácora una discrepancia que indicaba “ligera fuga en amortiguador del tren principal izquierdo”, ese mismo día mantenimiento asentó como acción correctiva que efectuó servicio completo al amortiguador del tren principal izquierdo de acuerdo al MM 12-15-31, quedando en buenas condiciones.
- 2.2.10. El último certificado de aeronavegabilidad fue expedido el 01 de julio de 2015, con 73,238:22 horas y 27,040:48 horas de TURM con 44,825 ciclos
- 2.2.11. La pierna izquierda del tren de aterrizaje acumuló 12,107:00 horas y 7,148 ciclos actualizado al día del accidente
- 2.2.12. El registro de AD's, SB's, componentes limitados por tiempo, muestra un control y seguimiento adecuado, así como de los reportes de bitácora y trabajos continuados.
- 2.2.13. La característica de este suceso es consistente con los relacionados con vibración (shimmy) que se han presentado en las aeronaves de Boeing modelos 737.
- 2.2.14. La pierna izquierda del tren de aterrizaje fue removida y enviada a las instalaciones del fabricante donde se determinó que el pistón del shimmy damper presentaba dobles y fractura, cuatro de los cinco tornillos que sujetan el housing al upper link estaban fracturados, uno de los tornillos no se encontraba instalado, además, los tornillos que sujetan el shimmy damper compensator al housing también se fracturaron.
- 2.2.15. La junta Apex muestra un desgaste marcado debido a un juego entre este y el lower torsion link, este juego impide la acción de amortiguar, esto es debido a un ajuste incorrecto lo que provoca el desgaste de la junta Apex
- 2.2.16. El pistón del shimmy damper y thrust washers, upper y lower links fueron desensamblados determinándose que las piezas no presentan fatiga de material y las fracturas se originaron principalmente debido a un sobresfuerzo, también se determinó que el desgaste de la thrust washer se vio afectada por presencia de partículas abrasivas (vidrio).
- 2.2.17. El análisis del líquido extraído de strut de la pierna izquierda, indica que la muestra tiene una viscosidad muy alta, contiene material de desgaste y cantidades excesivas de otros contaminantes o componentes desconocidos lo cual concuerda con que ese líquido fue sometido a un uso prolongado.
- 2.2.18. En el AOC vigente al momento del accidente tiene establecido mantendrán el programa de mantenimiento del Arrendador GOL Transportes Aéreos, al programa de mantenimiento del operador, la trazabilidad de la

pierna izquierda del tren de aterrizaje donde está programado mandar la pierna izquierda del tren de aterrizaje por límite de vida le restaban 13,097 ciclos o por tiempo calendario al 07 de mayo de 2013 y para mandar el componente a overhauled le restaban 12,558 ciclos o por tiempo calendario al 14 de marzo de 2013, lo cual no se cumplió.

2.2.19. El último servicio mayor al planeador se realizó el 13 de noviembre de 2015 denominado 1C (4,000 horas), en ese servicio se le aplicaron las siguientes tareas a la pierna izquierda del tren de aterrizaje, LEFT MLG UPPER AND LOWER TORSION LINKS, LEFT MLG TORSION LINK FREEPLAY (AT APEX), LANDING GEAR BLADE SEAL – LEFT, MAIN LANDING GEAR – LEFT, MAIN L/G HYDRAULIC COMPONENTS – LEFT, LEFT MLG UPPER AND LOWER TORSION LINKS Y LEFT MLG UPPER AND LOWER TORSION FREEPLAY (AT APEX)

2.2.20. En la bitácora de vuelo folio 3818 de fecha 23 de noviembre de 2015, en la estación de Cancún, la tripulación asentó una discrepancia que indicaba “(...) ligera fuga en amortiguador del tren principal izquierdo (...)”, ese mismo día mantenimiento asentó como acción correctiva que efectuó “(...) servicio completo al amortiguador del tren principal izquierdo de acuerdo al MM 12-15-31, quedando en buenas condiciones (...)”, de acuerdo con las declaraciones de los técnicos en mantenimiento que le dieron seguimiento al cambio de hidráulico en el amortiguador del tren principal izquierdo, comentan que procedieron a darle servicio al amortiguador de acuerdo al manual de mantenimiento, bajo monitoreo del supervisor e inspector que estaban presentes, al término del servicio estuvieron monitoreando por fugas no encontrando ninguna, el servicio le indica extraer nitrógeno y después el líquido hidráulico, una vez estando a nivel el líquido conecto el equipo para cargar el nitrógeno y darle la altura sin embargo el reporte del laboratorio del fabricante del líquido hidráulico indica el fluido tiene una viscosidad muy alta, contiene material de desgaste y cantidades excesivas de otros contaminantes o componentes desconocidos concluyendo que los resultados indican que el fluido ha sido sometido a un uso prolongado.

2.3. Factores humanos

2.3.1. De acuerdo con la información proporcionada por el propietario de la aeronave no existen evidencias de fatiga en la tripulación, por lo que se descarta como un factor contribuyente.

2.3.2. No hay pruebas de incapacidad o de factores fisiológicos que afectaran la actuación de la tripulación para la toma de decisiones.

2.3.3. Las pruebas toxicológicas de detección de drogas comunes fueron negativas

2.4. Supervivencia.

2.4.1. El aterrizaje fue muy suave sin embargo al colapsar la pierna izquierda del tren de aterrizaje el motor posición número uno se apoya contra la superficie de la pista, en los videos de CCTV proporcionados por el explotador del aeródromo se aprecian chispas ocasionados por fricción entre la superficie de la pista y la parte inferior del motor izquierdo.

2.4.2. La respuesta de los servicios del Cuerpo de Rescate y extinción de incendios del aeropuerto de la Ciudad de México fue de reacción inmediata, ya que se logró controlar la posible presencia del fuego y prestar el salvamento a los ocupantes de la aeronave.

2.4.3. La evacuación de los pasajeros se realizó en situación de obscuridad, la puerta R2 fue la primera puerta de emergencia en lograr abrirse, activándose el tobogán sin mayor problema comenzando a evacuar por esta puerta más de la mitad de los pasajeros, de acuerdo con las entrevistas la puerta de emergencia R1 se logró abrir después de 1 min por la posición en que quedó la aeronave a una distancia aproximada de 60-80 cm del piso activándose el tobogán sin problemas este no hizo contacto firme con la superficie de la pista, dificultando la evacuación de los pasajeros, la evacuación duro 5 minutos.

2.4.4. Por las imágenes de CCTV proporcionadas por el explotador del aeródromo, Grupo Aéreo Monterrey, S. A. de C. V., no cuenta con instalaciones adecuadas para la asistencia a las víctimas de accidentes de aviación y sus familiares ya que realizó la atención de pasajeros en el ambulatorio de la terminal aérea T1 del AICM.

2.5. Vigilancia de la seguridad.

2.5.1. Los inspectores verificadores aeronáuticos con la especialidad en mantenimiento adscritos a la Autoridad Aeronáutica encargada de la emisión del certificado de aeronavegabilidad indican que por la falta de personal no puede asistir a verificar físicamente los trabajos mayores a las aeronaves para cerciorarse de la continuación de las inspecciones y mantener una vigilancia de los operadores aéreos certificados (aspecto de aeronavegabilidad)

2.5.2. La Auditorías internas de la empresa muestran en general las siguientes no conformidades:

- Durante la revisión de los libros de bitácora se encuentran faltantes folios
- Ingeniería de Programación desconoce sus deberes y responsabilidades así como donde ubicarlos dentro del MGMyPT.
- El MGMyPT se encuentra desactualizado porque personal ya no labora dentro de la empresa y la estructura de organización actual no corresponde a la descrita.
- No hay procedimientos de incorporación de nuevas aeronaves, para llevar el correcto control de las Directivas de Aeronavegabilidad, Boletines de servicio y Documentos Técnicos que sean aplicables.
- Personal asignado al área de Mesa 1, no cuenta con la capacitación de acuerdo a las políticas de Grupo Aéreo Monterrey S.A. de C.V., debido a la carga de trabajo
- Se encuentran desactualizados los Manuales IPC, y Manual de Mantenimiento para el 737-100/200, (Revisiones del 2012 y 2013, respectivamente).



3. Conclusiones

3.1. Resultados.

- 3.1.1. La licencia de piloto de transporte público ilimitado de ala fija, número **VER 2** autorizaba al C. **VER 2** **VER 2** para tripular una aeronave de este tipo y peso.
- 3.1.2. La licencia de transporte público ilimitado de ala fija, número **VER 3** autorizaba al C. **VER 3** **VER 3** para tripular una aeronave de este tipo y peso.
- 3.1.3. El examen psicofísico de la tripulación se encontraba vigente y no hubo evidencia alguna que indicara una condición médica o física preexistente que hubiesen afectado el desempeño de la tripulación durante el vuelo.
- 3.1.4. El comandante de la aeronave era el piloto volando y el primer oficial piloto monitoreando.
- 3.1.5. La tripulación cuenta con experiencia en equipos B727 100/200, B737 200/300/400/500
- 3.1.6. No hay evidencias de fatiga que afectaran la toma de decisiones
- 3.1.7. La tripulación realiza una aproximación visual a la pista 05L de forma manual, con posición de flaps seleccionados a 30°, con un viento variando de los 185° a 225° y con una intensidad variable de 8 a 2.5 nudos, resultando en la aproximación con una componente de viento cruzado predominante y un viento menor de cola, además las condiciones meteorológicas y de visibilidad de la estación favorecían una aproximación en condiciones visuales
- 3.1.8. Se aprecia un uso constante del control de mando de la aeronave durante la aproximación, lo que resultó en una actitud de cabeceo y alabeo fluctuante, estas fluctuaciones contribuyeron en las variaciones en la velocidad vertical calculada, en base de los criterios de aproximación estabilizada, la aproximación en modo manual realizada por la tripulación fue inestable. La combinación de presencia de viento de cola y una velocidad de aproximación alta, aunado al aterrizaje en un aeropuerto de gran elevación, resultó dio lugar a una velocidad (ground speed) alta (174 kt) al momento del toque con la superficie de la pista. Una flare amplio llevó a un toque con la pista con un régimen de descenso bajo (2 ft/seg).
- 3.1.9. El viento era calmo al momento de que las piernas principales del tren de aterrizaje hacen contacto con la superficies de la pista, la aeronave presenta un ligero ángulo de inclinación lateral hacia la derecha y un pequeño ángulo de deriva a la izquierda al momento del aterrizaje.
- 3.1.10. La aeronave toco pista a una velocidad (ground speed) alta y un régimen de descenso bajo, con una transición discreta aire/tierra, la cual se suscitó en aproximadamente un segundo después del toque con la superficie de la pista, lo que indica que los struts se extendieron durante ese período de tiempo, como resultado, los torsion links del shimmy damper se mantuvieron en la posición de extendido en posición vertical, donde el shimmy damper tiene menos ventajas mecánicas cuando hay períodos largos de tiempo.
- 3.1.11. Los speed brakes²⁶ y las reversas fueron desplegados en su dimensión total, por aproximadamente 2 segundos posteriores al toque de la aeronave con la pista, a medida que continúo la carrera de desaceleración, la tripulación comando inicialmente el timón vertical a la derecha para posteriormente completamente hacia la izquierda. Las reversas permanecieron desplegadas a lo largo de la carrera de desaceleración, sin embargo, el motor posición número uno comenzó a perder revoluciones después del tiempo 36,936 segundos, la aeronave finalmente detuvo su desplazamiento 36 segundos después de toque con la pista.
- 3.1.12. La actuación de los pilotos indicaban que su conocimiento y comprensión de los sistemas de la aeronave eran adecuados.
- 3.1.13. Todas las ayudas para la aproximación y las instalaciones de iluminación del aeródromo funcionaban normalmente a la hora del accidente.
- 3.1.14. Los pesos máximos de despegue, de aterrizaje de acuerdo con el manifiesto de carga de fecha 26 de noviembre, elaborado en la estación de Cancún, estaba dentro de la envolvente de vuelo.
- 3.1.15. De acuerdo con la grabadora de voz, la tripulación de vuelo en todo momento está comentando situaciones no inherentes al vuelo incluso cuando comienza el descenso y cruzan los 10,000 ft, por lo que no hubo un apego al procedimiento contemplado en su Manual de Procedimientos Estándar de Operación, sección 8. Cabina estéril.

²⁶ De acuerdo con el AMM solo tienen sensores en la posición 2 y 7



3.1.16. Se aprecia una falta de CRM entre los miembros de la tripulación, así como una atención disminuida a las instrucciones de los servicios de tránsito aéreo.

3.1.17. De las investigaciones que ha realizado Boeing indica que la vibración se incrementa rápidamente en magnitud y posteriormente disminuye por acción del shimmy damper, Boeing ha estimado que este tipo de sucesos se presenta cada 5,000 aterrizajes, también el fabricante indica que debido a la geometría de los torsion links, el shimmy damper es más eficaz cuando el strut de la pierna del tren de aterrizaje se comprime en modo tierra (aterrizaje positivo). La posibilidad de un suceso shimmy es mayor en los aeropuertos de gran elevación debido a la alta velocidad (ground speed) de contacto.

3.1.18. El análisis del fabricante indica que la junta Apex muestra un desgaste debido a un juego entre este y el lower torsion link, este juego impide la acción de amortiguar, por un ajuste incorrecto lo que provoca el desgaste de la junta Apex.

3.1.19. La aeronave con un certificado de aeronavegabilidad vigente, el mantenimiento de la aeronave fue aplicado de acuerdo a lo establecido por el fabricante y por las autoridades.

3.1.20. La aeronave se encontraba certificada, equipada y fue despachada a lo establecido en los procedimientos establecidos.

3.1.21. El certificado de peso y balance del equipo B737/300 se encontraba vigente al día del accidente.

3.1.22. Durante el vuelo y particularmente en la aproximación no se presentó ningún aviso o alarma de malfuncionamiento de ningún sistema de la aeronave ni del sistema del tren de aterrizaje en particular.

3.1.23. La pierna izquierda del tren de aterrizaje se instaló el 03 de agosto de 2006 y se pronosticó que por límite de vida le restaban 13,097 ciclos o por tiempo calendario al 07 de mayo de 2013 y para mandar el componente a overhaul le restaban 12,558 ciclos o por tiempo calendario al 14 de marzo de 2013.

3.1.24. El taller autorizado DGAC No. 178, lleva el mantenimiento de la aeronave bajo el Programa de Mantenimiento MSG2, el mismo programa de mantenimiento del operador anterior.

3.1.25. El 15 de septiembre de 2012, se efectúa el reemplazo de shimmy damper de la pierna izquierda del tren de aterrizaje por fuga hidráulica, no presentándose ninguna falla hasta el día del accidente.

3.1.26. El control de componentes – tren de aterrizaje de fecha 23 de junio de 2015, indica que el overhaul a la pierna izquierda del tren de aterrizaje está programada para realizarse cada 10 años o 21,000 ciclos lo que ocurría primero, de acuerdo con este control la pierna tenía un remanente de 3,650 ciclos o en tiempo calendario al 12 de julio de 2016.

3.1.27. El 02 de noviembre de 2015 se le aplicó el servicio C al Left MLG upper and lower torsion links, Left MLG upper and lower torsion freeplay (at apex) y un servicio A al Main L/G hydraulic components, sin embargo las evidencias muestran que la junta Apex muestra un desgaste debido a un juego entre este y el lower torsion link, por un ajuste incorrecto lo que provoca el desgaste de la junta Apex.

3.1.28. El 23 de noviembre de 2015, en la estación de Cancún, la tripulación asentó se asentó en la bitácora una discrepancia que indicaba “ligera fuga en amortiguador del tren principal izquierdo”, ese mismo día mantenimiento asentó como acción correctiva que efectuó servicio completo al amortiguador del tren principal izquierdo de acuerdo al MM 12-15-31, quedando en buenas condiciones.

3.1.29. El registro de AD's, SB's, componentes limitados por tiempo, muestra un control y seguimiento adecuado, así como de los reportes de bitácora y trabajos continuados.

3.1.30. La pierna izquierda del tren de aterrizaje fue removida y enviada a las instalaciones del fabricante donde se determinó que el pistón del shimmy damper presentaba dobles y fractura, cuatro de los cinco tornillos que sujetan el housing al upper link estaban fracturados, uno de los tornillos no se encontraba instalado, además, los tornillos que sujetan el shimmy damper compensator al housing también se fracturaron.

3.1.31. El pistón del shimmy damper y thrust washers, upper y lower links fueron desensamblados determinándose que las piezas no presentan fatiga de material y las fracturas se originaron debido a un sobresfuerzo, también se determinó que el desgaste de la thrust washer se vio afectada por presencia de partículas abrasivas (vidrio).

3.1.32. El análisis del líquido extraído de strut de la pierna izquierda, indica que la muestra tiene una viscosidad muy alta, contiene material de desgaste y cantidades excesivas de otros contaminantes o componentes desconocidos lo cual concuerda con ese líquido que fue sometido a un uso prolongado.

Causa probable

La Comisión Investigadora y Dictaminadora de Accidentes e Incidentes de Aviación, 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; 189 y 190 del Reglamento de la Ley de Aviación Civil y 7.9 Manual de Organización de la Dirección General de Aeronáutica Civil y la Circular Obligatoria CO AV-83.1/07, determinó como causa probable de este suceso:

“Fractura del pistón del shimmy damper y posterior retracción del conjunto de la pierna izquierda del tren de aterrizaje debido a vibraciones causadas durante la carrera de aterrizaje, que no pudieron ser amortiguadas debido al desgaste y juego existente entre las partes dinámicas de los links, herrajes y junta apex del shimmy damper”

FASE:

- Carrera de aterrizaje

FACTORES CONTRIBUYENTES:

- Aproximación no estabilizada
- Servicio inadecuado al shimmy damper y al shock strut
- Aterrizaje con un régimen de descenso bajo
- Desgaste en la junta Apex debido a un juego entre este y el lower torsión link
- Aterrizaje con una velocidad (ground speed) alta y un régimen de descenso bajo

RECOMENDACIONES

A Grupo Aéreo Monterrey, S. A. de C. V.

En la investigación se determinó que debido a que la realización de aterrizajes demasiado suaves o con una extensión tardía de los speed brakes ocasionan una permanencia más larga en modo vuelo provocando que la aeronave sea más susceptible a la aparición de vibración en las piernas principales del tren de aterrizaje aunado a la altitud del aeropuerto de la Ciudad de México, derivado de esto la Comisión recomienda:

R. 019/2018 Que el área de Operaciones vuelo, haga hincapié que los regímenes de descenso normal se realicen con speed brakes automáticos armados y que estos se extiendan de una manera inmediata después del toque de las piernas del tren de aterrizaje con la superficie de la pista

El Manual de entrenamiento de pilotos recomienda la realización de aterrizajes positivos para permitir una compresión completa de los amortiguadores y evitar el giro de los neumáticos con los amortiguadores extendidos sin la posición correcta, siendo esto más común en aeropuertos ubicados a gran elevación por el incremento en la velocidad de aterrizaje, derivado de lo anterior la Comisión recomienda:

R. 020/2018 Que las tripulaciones eviten mantener una permanencia más larga en modo vuelo así como evitar prolongar el flare para un aterrizaje muy suave y deberán verificar durante la carrera de aterrizaje que la palanca de los speed brakes se encuentren en posición arriba

Derivado de las dos recomendaciones anteriores la Comisión estima que la única manera de monitorear que las tripulaciones se apeguen a los procedimientos establecidos en los SOP's, es a través de la descarga de información de sistemas como el QAR (Quick Access Recorder), además de servir como apoyo a los reportes de mantenimiento por lo anterior la Comisión recomienda:

R. 021/2018 Que se implemente dentro de su organización un programa de análisis de los datos de vuelo (FDAP, Flight Data Analysis Program)

En el Manual de Procedimientos Estándar de Operación, sección 8. Cabina estéril, Grupo Aéreo Monterrey, S. A. de C. V., establece los criterios y la importancia de mantener una cabina estéril durante el vuelo, así como la de conservar una conciencia situacional optima a las instrucciones de parte de los servicios de control de tránsito aéreo, ya que de acuerdo con la información obtenida de la grabadora de voz, la tripulación de vuelo en todo momento está comentando situaciones no inherentes al vuelo, incluso cuando comienza el descenso y cruzan los 10,000 ft, derivado de lo anterior la Comisión recomienda:

R. 022/2018 Que las tripulaciones se apeguen a los procedimientos establecidos para cabina estéril de acuerdo con las políticas de la Organización

De acuerdo con las entrevistas realizadas a los técnicos en mantenimiento y de la información de la papelería analizada se desprende que le dieron servicio de cambio de fluido hidráulico al shock struct tres días antes de suscitado el accidente sin embargo al extraer muestras y enviarlas para su análisis este indica que el líquido hidráulico tiene una viscosidad muy alta, contiene material de desgaste y cantidades excesivas de otros contaminantes o componentes desconocidos concluyendo los resultados que el fluido ha sido sometido a un uso prolongado, derivado de lo anterior la Comisión recomienda:

R. 023/2018 Que el servicio y cambio de fluidos se realice de acuerdo con los procedimientos establecidos por el fabricante, así como el uso de líquidos que este mismo establece, además de vigilar que estos se lleven de manera correcta por los técnicos en mantenimiento

De acuerdo con los resultados de laboratorios estos determinaron que cuatro de los cinco tornillos que sujetan el housing del shimmy damper al upper link estaban fracturados, uno de los tornillos no se encontraba instalado, la junta Apex muestra un desgaste marcado debido a un juego entre este y el lower torsión link, este juego impide la acción de amortiguar y que la thrust washer se vio afectada por presencia de partículas abrasivas (vidrio), derivado de lo anterior la Comisión recomienda:

R. 024/2018 Que las tareas que establece el fabricante en sus Manuales sean seguidos y traducidos de manera correcta para que los técnicos en mantenimiento no tengan problemas en apegarse a los procedimientos y además que la Organización de mantenimiento establezca un sistema de Reportes de deficiencias (DR's) y Reportes de servicios poco claros (SDR's)

De los videos proporcionados por el explotador del aeródromo, se aprecia en las imágenes que estuvo atendiendo a sus pasajeros en el ambulatorio del edificio terminal T1 del aeropuerto, derivado de lo anterior la Comisión recomienda:

R. 028/2018 Que establezcan un área adecuada para poder atender a sus pasajeros, como lo establecen los protocolos para la atención a víctimas de accidentes de aviación y sus familiares.

Atentamente
El Presidente de la Comisión

Ing. José Armando Constantino Tercero
Ced. Prof. 1718542

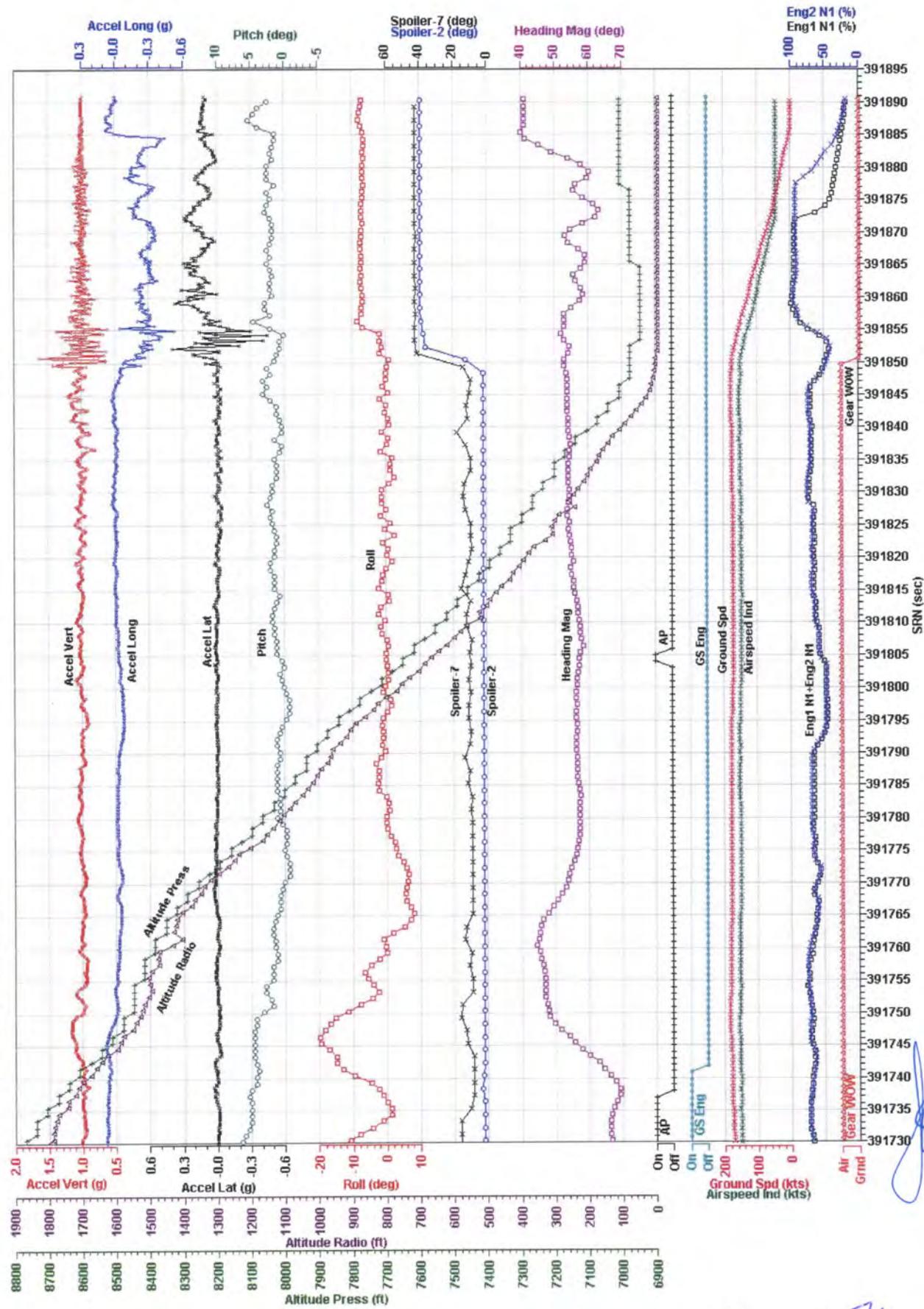


Adjunto A

A row of handwritten signatures in blue ink, likely representing the initials of the staff members listed in the footer, positioned over a red horizontal line.

MagniCharters, Boeing 737-300, Fit GMT779, XA-UNM, Basic Parameters (Final Approach)

Location, Date: Mexico City, Mexico, 11/26/15



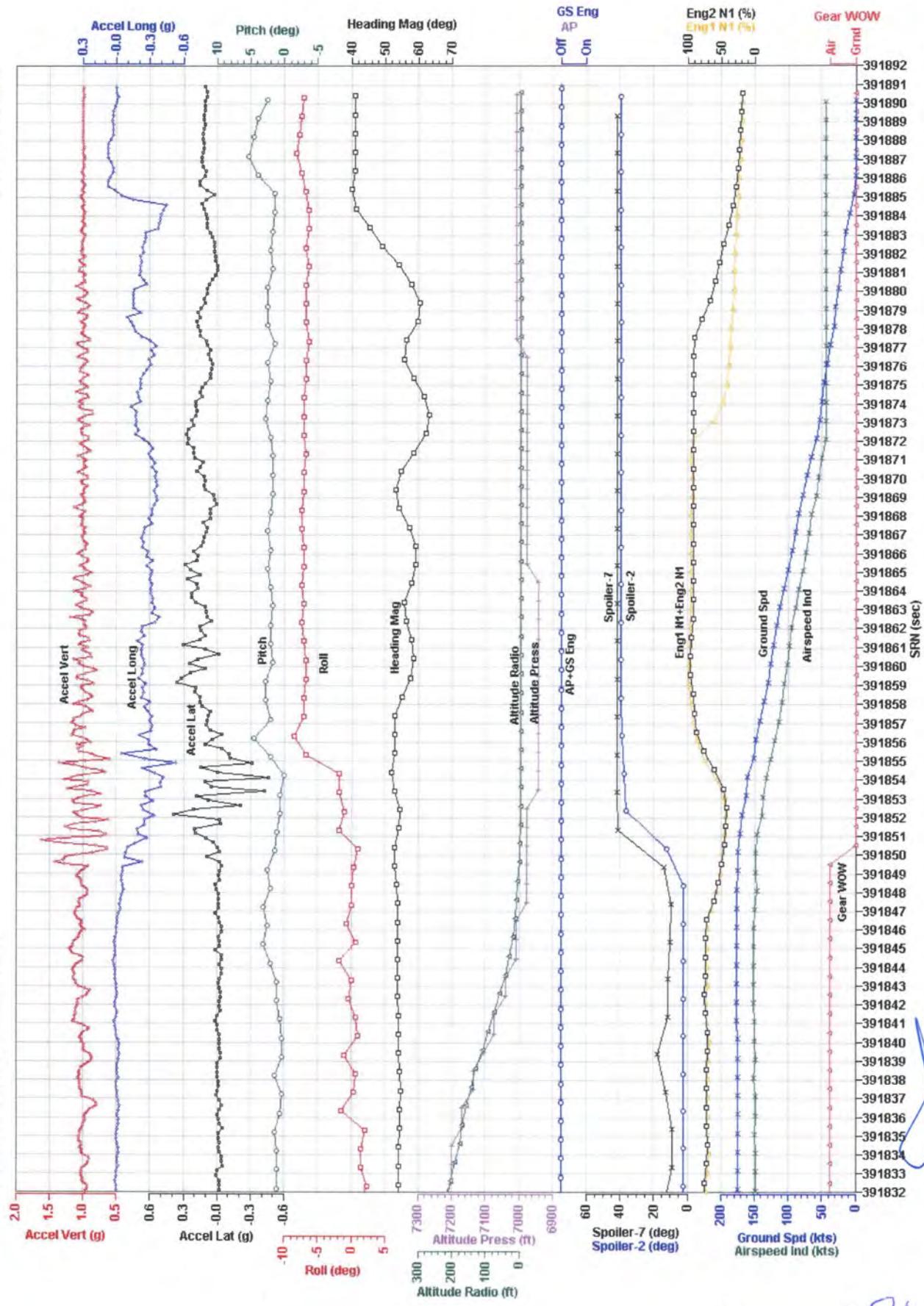
Revised: 2 February 2016

National Transportation Safety Board

Q

MagniCharters, Boeing 737-300, Flt GMT779, XA-UNM, Basic Parameters (Expanded Scale at Landing)

Location, Date: Mexico City, Mexico, 11/26/15
NTSB No. DCA16WA025



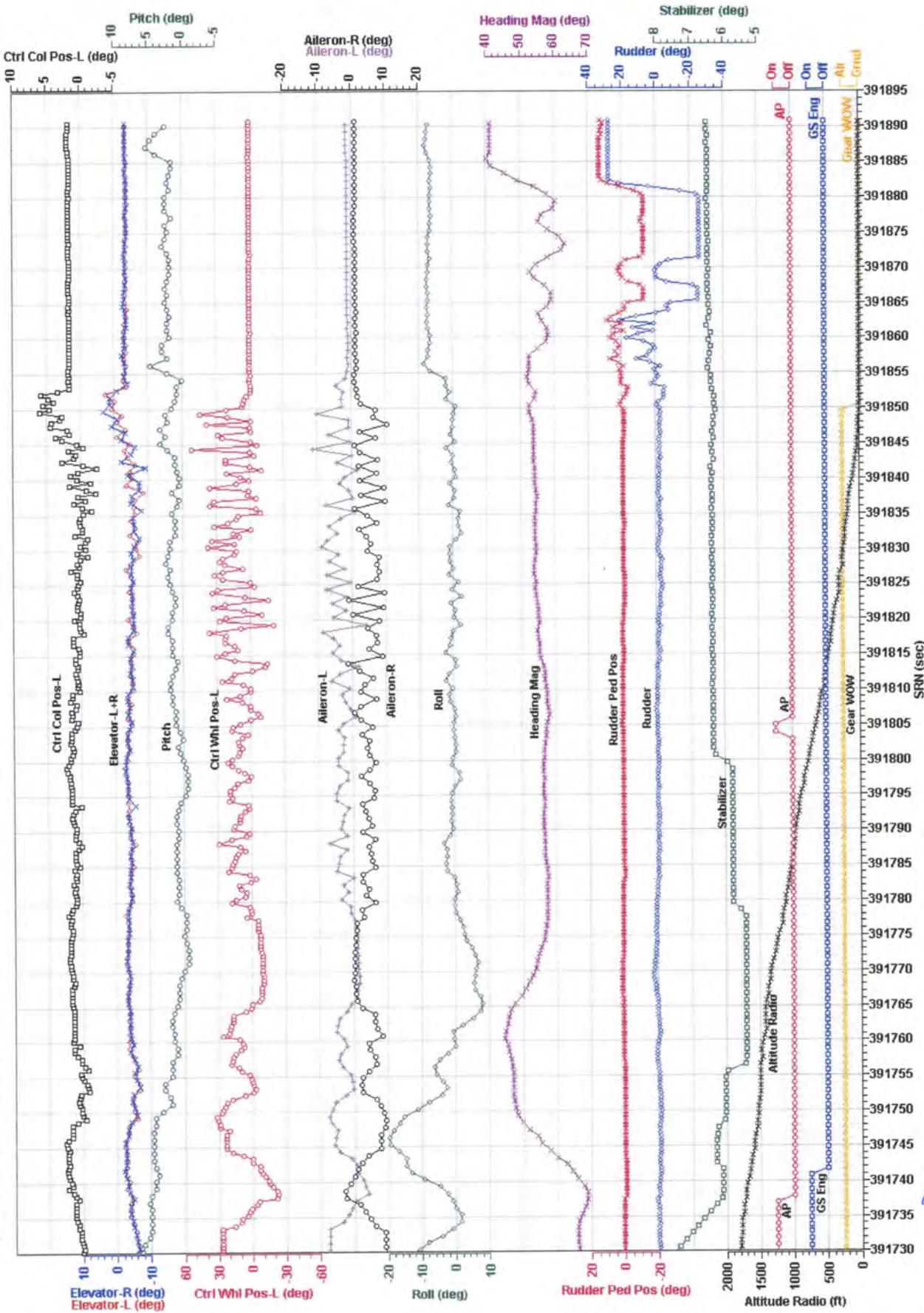
Revised: 2 February 2016

National Transportation Safety Board

MagniCharters, Boeing 737-300, Fit GMT779, XA-UNM, Flight Control Parameters (Final Approach)

Location, Date: Mexico City, Mexico, 11/26/15

NTSB No. DCA16WA025

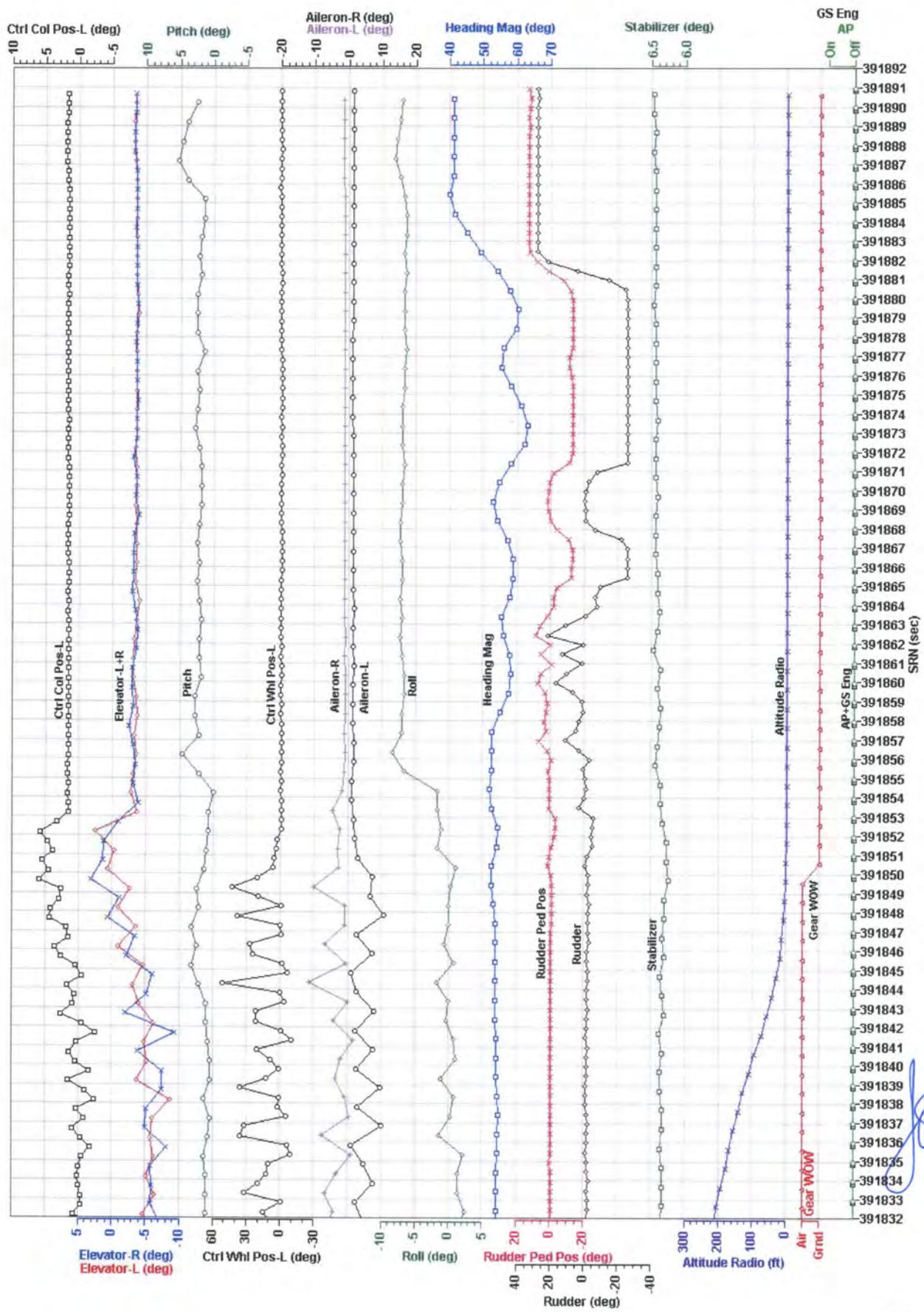


Revised: 4 February 2016

National Transportation Safety Board

MagniCharters, Boeing 737-300, Flt GMTT779, XA-UNM, Flight Control Parameters (Expanded Scale at Landing)

Location, Date: Mexico City, Mexico, 11/26/15 NTSB No. DCA16WA025



Revised: 4 February 2016

National Transportation Safety Board

Adjunto B

Adjunto C



DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MANTENIMIENTO
GERENCIA DE INGENIERÍA

**RECOMENDACIONES PARA EL MANTENIMIENTO AL TREN DE
ATERRIZAJE EN AERONAVES B-737CL**

ALCANCE

Estas recomendaciones son aplicables para todas las aeronaves que conforman la flota de Grupo Aéreo Monterrey S.A. de C.V.

RESPONSABILIDAD

Es responsabilidad del departamento de ingeniería emitir las solicitudes a mantenimiento correspondientes para el mantenimiento al tren de aterrizaje en aeronaves B-737 CL.

ANTECEDENTE

Debido al evento que se presentó durante la fase de aterrizaje de la aeronave con matrícula XA-UNM el pasado 26 de Noviembre del 2015 en el cual el tren principal izquierdo colapso, se emiten las siguientes recomendaciones para evitar un evento similar, estas se basan en publicaciones emitidas por The Boeing Company en las que se incluyen el artículo del "Fleet Team Digest" 737-FTD-32-11001, la carta de servicio 737-SL-32-057, el artículo publicado en Boeing AeroMagazine, 3er cuarto de 2013 "Preventing Main Landing Gear Shimmy Events", y el mensaje MOM-MOM-15-0853-01B.

A continuación se describen las acciones que deberán ser tomadas con la finalidad de mantener un mantenimiento al tren de aterrizaje en aeronaves B-737 CL:

ACCIONES RECOMENDADAS

DOCUMENTO	RECOMENDACIÓN
	<p>Se implementa como política interna de seguridad de mantenimiento por parte de Grupo Aéreo Monterrey S.A. de C.V. el remplazo del "shimmy damper" cada tres años en toda la flota, a partir del evento ocurrido.</p> <p>El intervalo de remplazo del "shimmy damper" dejará de tomarse por "On-Condition" y comenzara a ser remplazado cada tres años, a menos que, los resultados de los trabajos mencionados a continuación se encuentren fuera de los límites indicados en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave.</p>
737-FTD-32-11001	<p>Se debe tener en cuenta que a los siguientes problemas pueden ocasionar que los "shimmy dampers" pierdan su efectividad por lo cual se deben evitar, se enlistan de acuerdo a la probabilidad en que sucedan:</p> <ul style="list-style-type: none">• Desgaste excesivo o libre juego en la unión de los "torsion link" donde el "damper" se conecta el "torsion link" inferior.• Desgaste o libre juego en los bujes de los "torsion links" (donde los "torsion links" se conectan con el cilindro exterior e interior del "shock strut").• Aterrizajes con tasas de descenso extremadamente bajas.• Aire remanente atrapado en el "damper"• Pistón del "damper" fracturado debido a una falla pre-existente.



DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MANTENIMIENTO
GERENCIA DE INGENIERÍA

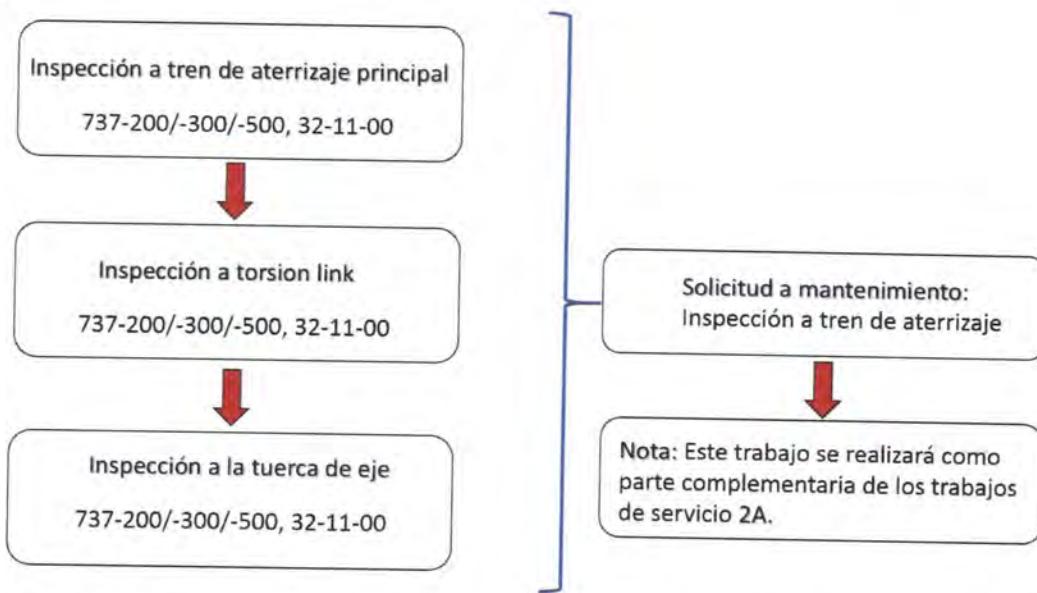
RECOMENDACIONES PARA EL MANTENIMIENTO AL TREN DE
ATERRIZAJE EN AERONAVES B-737CL

<p>737-FTD-32-11001 (continuación)</p>	<ul style="list-style-type: none">La protuberancia en la "lock washer" de la unión ápex N/P: 69-54426-1 se desgasta o daña permitiendo que la tuerca ápex se afloje en servicio, permitiendo un libre juego en la unión ápex. <p>Un "shock strut" que ha estado en servicio por mucho tiempo puede ser un factor que contribuye a la disminución de las propiedades mecánicas de los "torsion links" para prevenir el movimiento del cilindro interno del "shock strut."</p> <p>Para evitar los problemas antes mencionados se deben seguir las recomendaciones de la carta de servicio 737-SL-32-057-E</p>
	<p>Ajustar la unión del ápex del "torsion link" del tren de aterrizaje principal de acuerdo a la referencia AMM 32-11-81/501, comenzando cada Servicio "A" e incrementando el intervalo hasta cada Servicio "C" o anualmente de acuerdo a como se obtenga experiencia en el servicio al "damper".</p> <p>Posterior al ajuste de la unión del ápex de acuerdo a la recomendación anterior, medir la distancia entre las caras de las "thrustwashers". Si la dimensión es menor a 2.700 pulgadas, existe desgaste excesivo y la unión debe de ser desensamblada. Cualquier parte desgastada debe de ser reemplazada.</p>
<p>737-SL-32-057-E</p>	<p>Desensamblar anualmente la unión del ápex y revisar las "thrustwashers", el pistón del "damper" y los bujes esféricos en el "torsion link" por desgaste, incrementando el intervalo hasta cada Servicio "C" de acuerdo a como se obtenga experiencia en el servicio al "damper".</p> <p>Purgar el aire que pueda haber sido retenido en el fluido hidráulico o atrapado dentro del "damper" de acuerdo con la referencia AMM 32-11-81/401 Instalación del Main Gear Damper.</p> <p>Asegurarse que los "shimmy damper" en condición de "overhaul" y la unión del ápex del "torsion link" está compuesto solo de componentes aprobados por Boeing o equivalentes.</p>
<p>AERO 3er cuarto 2013</p>	<p>Seguir las instrucciones de los documentos 737-SL-32-057-E, 737-FTD-32-11001, 737 AMM 32-11-00/601, Libre Juego Torsional y 737 AMM 32-11-81/501, Ajuste al "damper" del Tren Principal.</p>
<p>MOM-MOM-15- 0853-01B</p>	<p>Inspeccionar las llantas por desgaste.</p> <p>Verificar la correcta presión en las llantas.</p> <p>Verificar la correcta realización del servicio a la pierna del tren.</p> <p>Inspeccionar las uniones estructurales para evitar la existencia del libre juego excesivo.</p>

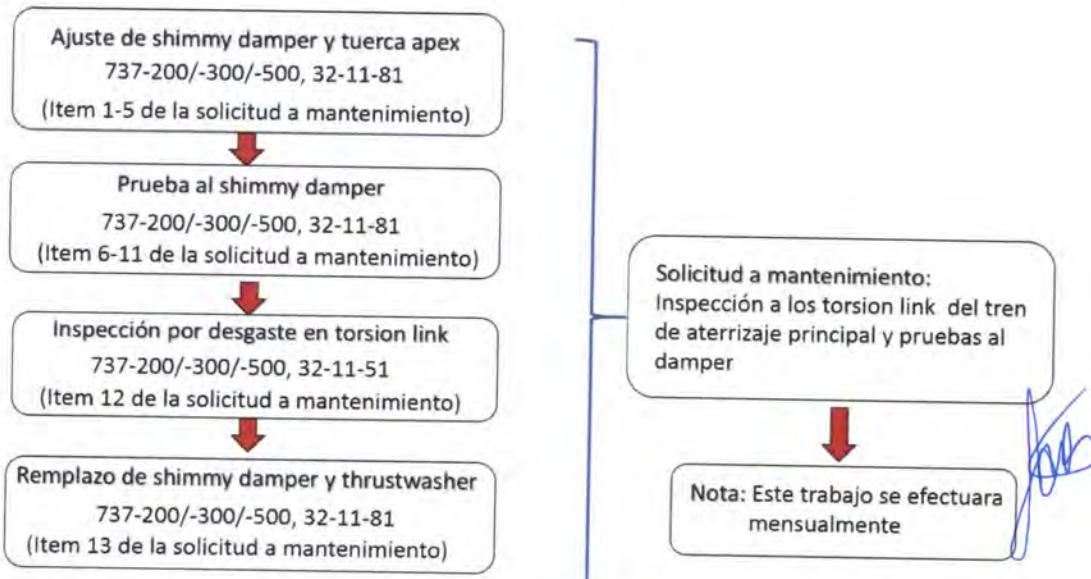
**RECOMENDACIONES PARA EL MANTENIMIENTO AL TREN DE
ATERRIZAJE EN AERONAVES B-737CL**

CUMPLIMIENTO

Para la aplicación de la Carta de Servicio 737-SL-32-057-E se propone la realización de las solicitudes de mantenimiento correspondientes y la aplicación de las mismas en los intervalos indicados en los diagramas:

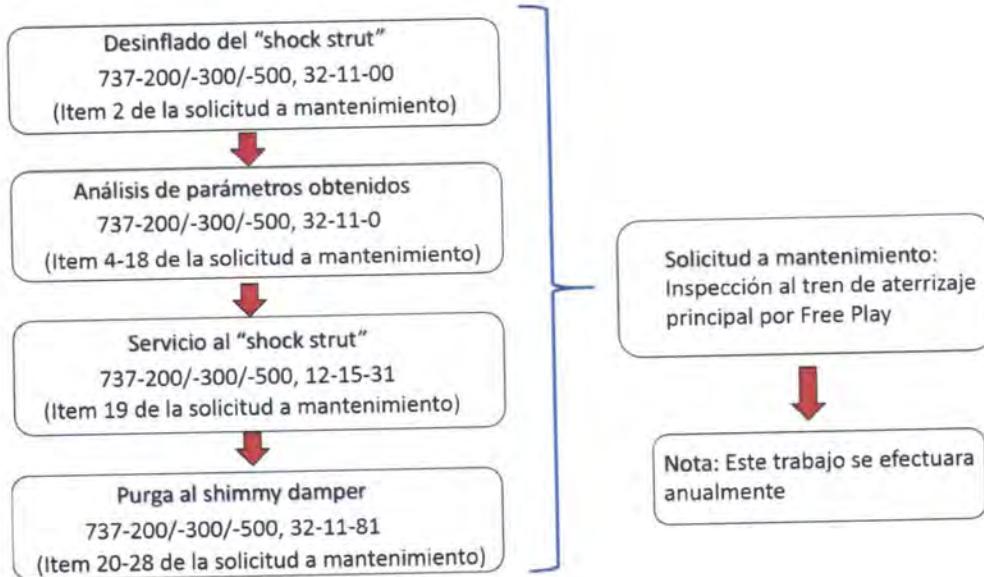


Ajustar la unión del ápex del "torsion link" del tren de aterrizaje principal de acuerdo a la referencia AMM 32-11-81/501. Posterior al ajuste de la unión del ápex de acuerdo a la recomendación anterior, medir la distancia entre las caras de las "thrustwashers". Si la dimensión es menor a 2.700 pulgadas, existe desgaste excesivo y la unión debe de ser desensamblada. Cualquier parte desgastada debe de ser reemplazada.

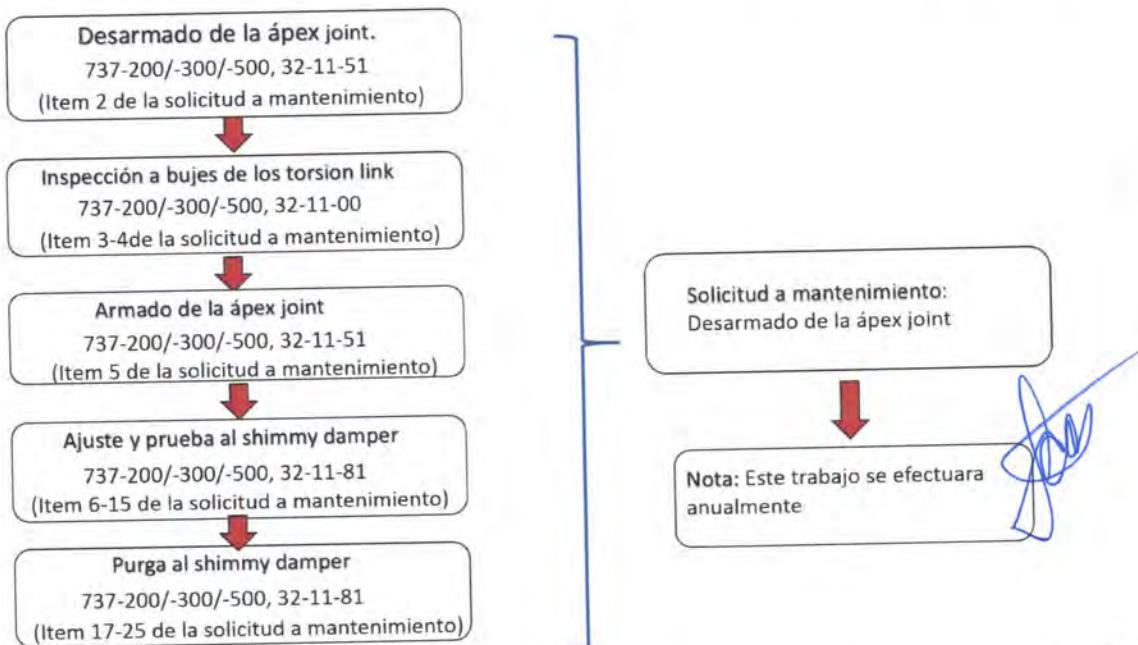


**RECOMENDACIONES PARA EL MANTENIMIENTO AL TREN DE
ATERRIZAJE EN AERONAVES B-737CL**

La referencia AMM 32-11-00 provee las instrucciones para la inspección por libre juego “free play” para el tren de aterrizaje principal. Es necesario ajustar el “shimmy damper” y los “torsion links” de la unión del ápex.



La referencia AMM 32-11-51 provee los límites de desgaste para la cara interna de las “thrustwashers” y los bujes esféricos que se encuentran en el “torsion link” inferior. Después de apretar la tuerca ápex, la distancia mínima permitida entre las caras inferiores de las “thrustwashers” es 2.700 pulgadas, una distancia menor requiere reemplazo de los bujes y las “thrustwashers”.



VER 1

1.- SE ELIMINAN NÚMEROS DE SERIE DE LA AERONAVE Y MOTOR.

FUNDAMENTO JURÍDICO: ARTICULO 113, FRACCIÓN II, LEY FEDERAL DE TRANSPARENCIA Y ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA; ASÍ COMO EL NUMERAL TRIGÉSIMO OCTAVO DE LOS LINEAMIENTOS GENERALES EN MATERIA DE CLASIFICACIÓN Y DESCLASIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN, ASÍ COMO PARA LA ELABORACIÓN DE VERSIONES PÚBLICAS

MOTIVACIÓN: POR TRATARSE DE DATOS INDUSTRIALES ÚNICOS DE CADA EQUIPO, COMPONENTE, O PARTE DE LA AERONAVE

VER 2

2.- SE ELIMINA NOMBRE, EDAD Y NÚMERO DE LICENCIA DEL PILOTO DE LA AERONAVE

FUNDAMENTO JURÍDICO: ART. 68, 116 DE LA LEY GENERAL DE TRANSPARENCIA Y ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA; 113, FRACCIÓN I DE LA LEY FEDERAL DE TRANSPARENCIA Y ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA.

MOTIVACIÓN: DATOS DE PERSONA FÍSICA QUE REQUIERAN DE SU CONSENTIMIENTO PARA SU DIFUSIÓN

VER 3

3.- SE ELIMINA NOMBRE, EDAD Y NÚMERO DE LICENCIA DEL COPILOTO DE LA AERONAVE

FUNDAMENTO JURÍDICO: ART. 68, 116 DE LA LEY GENERAL DE TRANSPARENCIA Y ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA; 113, FRACCIÓN I DE LA LEY FEDERAL DE TRANSPARENCIA Y ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA.

MOTIVACIÓN: DATOS DE PERSONA FÍSICA QUE REQUIERAN DE SU CONSENTIMIENTO PARA SU DIFUSIÓN

VER 4

4.- SE ELIMINA NOMBRES DE PASAJEROS DE LA AERONAVE

FUNDAMENTO JURÍDICO: ART. 68, 116 DE LA LEY GENERAL DE TRANSPARENCIA Y ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA; 113, FRACCIÓN I DE LA LEY FEDERAL DE TRANSPARENCIA Y ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA.

MOTIVACIÓN: DATOS DE PERSONA FÍSICA QUE REQUIERAN DE SU CONSENTIMIENTO PARA SU DIFUSIÓN

VER 5

5.- SE ELIMINA NOMBRE, EDAD Y NÚMERO DE LICENCIA DE SOBRECARGOS

FUNDAMENTO JURÍDICO: ART. 68, 116 DE LA LEY GENERAL DE TRANSPARENCIA Y ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA; 113, FRACCIÓN I DE LA LEY FEDERAL DE TRANSPARENCIA Y ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA.

MOTIVACIÓN: DATOS DE PERSONA FÍSICA QUE REQUIERAN DE SU CONSENTIMIENTO PARA SU DIFUSIÓN

VER 6

6.- SE ELIMINA NOMBRE, EDAD Y NÚMERO DE LICENCIA DE TÉCNICOS EN MANTENIMIENTO

FUNDAMENTO JURÍDICO: ART. 68, 116 DE LA LEY GENERAL DE TRANSPARENCIA Y ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA; 113, FRACCIÓN I DE LA LEY FEDERAL DE TRANSPARENCIA Y ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA.

MOTIVACIÓN: DATOS DE PERSONA FÍSICA QUE REQUIERAN DE SU CONSENTIMIENTO PARA SU DIFUSIÓN

VER 7

7.- SE ELIMINA TRANSCRIPCIONES.

FUNDAMENTO JURÍDICO: ARTÍCULOS 110, FRACCIÓN XIII, EN RELACIÓN CON EL EN RELACIÓN CON EL ARTÍCULO 37 DEL CONVENIO SOBRE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL (CACI) Y CON LOS NUMERALES 5.12. NOTA 2, 5.12.2, 5.18, 5.22, Y APENDICE 2, NUMERALES 1.1, 1.5, INCISO A), B), C) Y D), SUBINCISO 1), 2.5, 3.1, 3.4, Y 5.1, 5.4, DEL ANEXO 13 AL CACI, ASÍ COMO AL NUMERAL TRIGÉSIMO SEGUNDO, TRIGÉSIMO OCTAVO Y

TRIGÉSIMO NOVENO DE LOS LINEAMIENTOS GENERALES EN MATERIA DE CLASIFICACIÓN Y DESCLASIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN, ASÍ COMO PARA LA ELABORACIÓN DE VERSIONES PÚBLICAS.

MOTIVACIÓN: PARA GARANTIZAR QUE LAS INVESTIGACIONES NO SE VEAN OBSTACULIZADAS POR INVESTIGACIONES ADMINISTRATIVAS O JUDICIALES; AMPLIACIÓN DE LA ESPECIFICACIÓN QUE ATAÑE A LA DIVULGACIÓN DE LOS REGISTROS DE IMÁGENES DE A BORDO DEL PUESTO DE PILOTAJE Y SUS TRANSCRIPCIONES