

INFORME FINAL

CIAA-ACCIDENTE-013-2015

PERUVIAN AIR LINE S.A.C.

BOEING B-737-3K2

OB-2040-P

**AEROPUERTO INTERNACIONAL
TNT FAP ALEJANDRO VELASCO
ASTETE**

23 de OCTUBRE del 2015

CUZCO – PERÚ



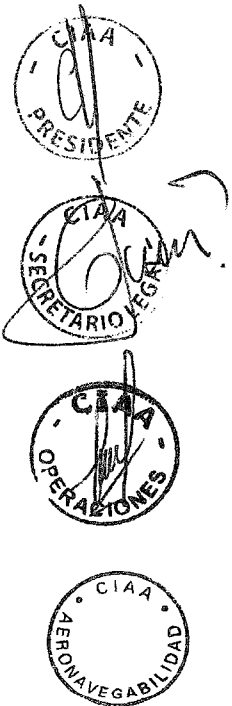
**COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES DE
AVIACIÓN - CIAA**

CARLOS HERNAN ILLANES CALDERON
PRESIDENTE DE LA CIAA

JAIME VILLANUEVA COLLAZOS
MIEMBRO DE LA CIAA
SECRETARIO LEGAL

PEDRO AVILA Y TELLO
MIEMBRO DE LA CIAA
OPERACIONES

HUGO TORRES PAREDES
MIEMBRO DE LA CIAA
AERONAVEGABILIDAD

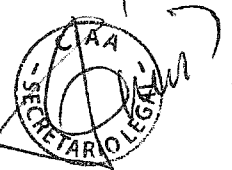




GLOSARIO TÉCNICO

ADJ	Airworthiness Directive	RAP	Regulaciones Aeronáuticas del Perú
CBO	Cycles between Overhaul	UTC	Universal Time Coordinated
CSO	Cycles Since Overhaul	VMC	Visual Meteorological Cond.
CIAA	Comisión de Investigación de Accidentes de Aviación	SOP	Standard Operating Procedures
CRM	Crew Resource Management	TBO	Time between Overhaul
CVR	Cockpit Voice Recorder		
DGAC	Dirección General de Aeronáutica Civil		
ELT	Emergency Locator Transmitter		
FDR	Flight Data Recorder		
GPS	Global Positioning System		
IFR	Instruments Flight Rules		
NTSB	National Transportation Safety Board		
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional		

Información factual: Es descriptiva y es Un registro completo de los hechos y Circunstancias establecidas en la investigación
Análisis: Se examinan y analizan hechos y Circunstancias que fueron presentados en Información factual para determinar las causas Del accidente.
VFR Visual Flight Rules



OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

El único objetivo de la investigación de accidentes o incidentes será la prevención de futuros accidentes e incidentes.

El propósito de esta actividad no es determinar la culpa o la responsabilidad.

Anexo 13 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional "Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación" OACI.



ÍNDICE

1. Información sobre los hechos.
 - 1.1 Reseña del vuelo.
 - 1.2 Lesiones a personas
 - 1.3 Daños a la aeronave.
 - 1.4 Otros daños.
 - 1.5 Información de personal.
 - 1.6 Información de la aeronave.
 - 1.7 Información meteorológica.
 - 1.8 Ayudas para la navegación.
 - 1.9 Comunicaciones.
 - 1.10 Información del aeropuerto.
 - 1.11 Registradores de vuelo.
 - 1.12 Transmisor de Localización de Emergencia (ELT).
 - 1.13 Información médica y patológica.
 - 1.14 Incendio.
 - 1.15 Aspectos de Supervivencia.
 - 1.16 Ensayos e investigaciones.
 - 1.17 Información sobre Organización y Gestión.
 - 1.18 Información adicional.
2. Análisis.
3. Conclusiones.
4. Recomendaciones sobre seguridad.



INTRODUCCIÓN

ACCIDENTE BOEING B737-3K2 N/S: 24329 OB-2040-P, PERUVIAN AIRLINES SAC.

I. NOTIFICACIÓN A AUTORIDADES NACIONALES y EXTRANJERAS:

El 23 de octubre del 2015, a las 11:15 hora local, la aeronave Boeing B-737-3K2, matrícula OB-2040-P, vuelo PVN 216, despegó del aeropuerto JORGE CHAVEZ (SPJC) de Lima a la ciudad del Cuzco y durante el aterrizaje en el aeropuerto de la ciudad de Cuzco, se fracturó los soportes estructurales del tren principal derecho, e hizo que el tren principal derecho se desplazara hacia el exterior de su lugar de alojamiento, las ruedas del tren principal izquierdo dejaron huellas sinusoidales sobre la pista. La aeronave continuó su recorrido apoyada sobre el tren principal colapsado hasta detenerse. La información obtenida de los registradores de vuelo, permitieron establecer que la aproximación de la aeronave no fue estabilizada. El accidente fue notificado a las autoridades aeronáuticas de Perú, al Estado de diseño y fabricación, y a la OACI.

II. TRIPULACIÓN

Piloto * :
Copiloto* :

* **NOTA:** La autoridad encargada de la investigación de un accidente no revelará al público los nombres de las personas relacionadas con el accidente o incidente. OACI Anexo 13 Décima Edición, Capítulo 5.12.2.

III. MATERIAL AÉREO

Nombre del Explotador : PERUVIAN AIR LINE SAC.
Propietario : PERUVIAN AIR LINE SAC.
Fabricante : BOEING COMPANY
Tipo de Aeronave : B737-3K2
Número de Serie : 24329
Estado de Matrícula : PERÚ
Matrícula : OB-2040-P

IV. LUGAR, FECHA Y HORA

Lugar del Accidente : Aeropuerto Internacional Tte. FAP Alejandro Velasco Astete
Ubicación : Cuzco, Región Cuzco, Perú.
Coordenadas lugar del Accidente : 13° 32' 08.60" S
071° 56' 19.61" O
Elevación : 10,860 pies SNM
Fecha : 23 de octubre del 2015
Hora aproximada : 16:15 UTC (11:15 hora local).

V. AUTORIDAD AIG RESPONSABLE DE LA INVESTIGACIÓN:

Comisión de Investigación de Accidentes de Aviación - CIAA

VI. HUSO HORARIO UTILIZADO EN EL INFORME:

UTC (que corresponde a 5 horas adicionales a la hora local).

1. INFORMACIÓN FACTUAL

1.1 RESEÑA DEL VUELO

El día 23 de octubre del 2015, la aeronave Boeing B737-3K2, matrícula OB-2040-P, de la compañía PERUVIAN AIR LINE SAC., fue programada a realizar un vuelo comercial de traslado de 133 pasajeros y 06 tripulantes, de la ciudad de Lima al aeropuerto del Cuzco.

Según las manifestaciones del Piloto, la fase de aproximación se realizó de manera estabilizada con los flaps en posición "Flap 15", e hizo contacto con la pista de aterrizaje en la zona de "Touch Down Zone", de manera suave, en estas condiciones, percibió vibración ligera en el tren principal izquierdo, que conforme disminuía la velocidad de la aeronave, la vibración se incrementaba de manera extrema. El piloto controló la aeronave, manteniéndolo en el centro de la pista, con el uso de las reversas y controles de dirección, y cuando la aeronave disminuyó a 100 nudos de velocidad, utilizó los frenos, la aeronave se detuvo con el tren principal derecho colapsado. El Piloto dio la orden de evacuación de los pasajeros, por la puerta delantera derecha, desplegando el tobogán.



Luego de la evacuación, el OB-2040-P quedó inmóvil en la pista de aterrizaje

1.1.1 En el gráfico siguiente se ha construido con las diferentes evidencias fotográficas e imagen de satélite, el escenario en el cual la aeronave OB-2040-P quedó paralizada por la rotura del Tren Principal Derecho, como se muestra en las fotografías 1 y 2. Asimismo, en la fotografía 3, se muestran las huellas de forma sinusoidal, provocadas por un movimiento lateral oscilante, de los neumáticos N° 1 y 2 del Tren Principal Izquierdo, y en la imagen de satélite del aeropuerto de la ciudad del Cuzco, se muestra la longitud aproximada de estas huellas, sobre la pista, en la cual hizo el aterrizaje la aeronave OB-2040-P.





 Zona donde quedo la aeronave

Fotografías 1 y 2 son vistas de la aeronave y como quedo luego de la ocurrencia del accidente en el lugar que se indica con las flechas de color morado.

Fotografías 3, muestra las huellas que dejaron los neumáticos del Tren Principal Izquierdo, a lo largo de la longitud de pista comprendida entre los corchetes blancos.



1.2 LESIONES DE PERSONAS

LESIONES	TRIPULACIÓN	PASAJEROS	TOTAL	OTROS
MORTALES	---	---	---	---
GRAVES	---	---	---	---
MENORES	---	---	---	---
NINGUNA	06	133	139	---
TOTAL	06	133	139	---

No hubo lesiones en ningún ocupante del OB-2040-P.

1.3 DAÑOS A LA AERONAVE:

La aeronave BOEING B737-3K2, con matrícula OB-2040-P, sufrió daños como consecuencia de la rotura de las vinculaciones estructurales que se indican a continuación:

1. Rotura de los "Torsion Link" Upper and Lower, del tren principal izquierdo y derecho, los conjuntos de amortiguador "Shimmy Damper".
2. Rotura de los conjuntos estructurales de retracción del tren principal derecho "Walking Bean" y "Reaction Link".
3. Rotura de soporte estructural principal del fuselaje de la aeronave que sirve de unión con el componente estructural "Reaction Link".
4. Daño a los neumáticos de las posiciones N° 1, 2, 3 y 4.
5. Al colapsar el tren principal derecho, la aeronave rozó y finalmente quedó apoyada en el motor de la posición N° 2.
6. Daños sobre el fuselaje de la aeronave, alas, carenados de motor "Cowling" derecho e izquierdo del motor de la posición N° 2.



Colapso de Tren Principal Derecho



Tren Principal Izquierdo, 1 Torsion Link superior fracturado, 2 Torsion Link inferior fracturado



1.4 OTROS DAÑOS:

No hubo daños a terceras personas ni a la propiedad privada.

1.5 INFORMACIÓN PERSONAL

1.5.1 PILOTO - DATOS PERSONALES

NACIONALIDAD : Peruano
FECHA DE NACIMIENTO : 20 de octubre de 1977

1.5.2 EXPERIENCIA PROFESIONAL

TIPO DE LICENCIA : Piloto Comercial N° 1305
HABILITACIONES : Mono y Multimotores Terrestres
Piloto A-319, A-320, A-321, B-737
FECHA DE EXPEDICIÓN : 23 de abril del 2014
PAÍS EXP. LICENCIA : Perú
APTO MEDICO : N° 16724, vigente hasta el 31-03-2016.

HORAS TOTALES DE VUELO HASTA EL 23-10-2015

TOTAL, HORAS DE VUELO : 6,352 hrs. 51 min.
TOTAL, HORAS PILOTO B 737 : 1,971 hrs. 51 min.
TOTAL, HORAS B737-300 : 1,604 hrs. 51 min.
TOTAL, HORAS ÚLTIMOS 90 DÍAS : 178 hrs. 36 min.
TOTAL, HORAS ÚLTIMOS 30 DÍAS : 65 hrs. 46 min.
TOTAL, HORAS ÚLTIMOS 07 DÍAS : 09 hrs. 31 min.
TOTAL, HORAS ÚLTIMOS 24 HORAS : 01 hrs. 35 min.

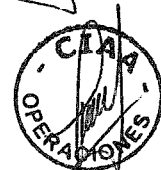
1.5.3 INSTRUCCIÓN/CALIFICACIÓN/EVALUACIÓN DEL PILOTO

Del legajo del piloto, ubicado en la oficina de Coordinación Técnica de Licencias de la DGAC se obtuvo la siguiente información:

A.- INSTRUCCIÓN EN TIERRA

1. La licencia de Piloto Comercial N° 1305, emitida por la DGAC, en Lima el 23 de abril del 2014, indica que el piloto, al día del accidente, se encontraba habilitado en la aeronave BOEING B737, con nivel operacional cuatro (04) de competencia lingüística en el idioma inglés.
2. Recibió entrenamiento en tierra del modelo de aeronave B-737-300/400/500, en el mes de diciembre del 2013, en el cual resultó aprobado. Asimismo, en el mes de diciembre del 2013, recibió el curso de diferencias del equipo B-737-200 al B-737-300. El último entrenamiento Periódico en Tierra del Equipo B-737, lo recibió los días 20 al 23 de junio del 2015, siendo la frecuencia de este curso, cada 06 meses.

En el mes de mayo del 2014, recibió el entrenamiento y calificación en simulador de vuelo en los modelos de aeronave B-737-300/400 y los subsiguientes entrenamientos en simulador hasta antes de la ocurrencia del accidente, no se encontró evidencia de curricula de entrenamiento en el simulador de vuelos que comprendiera aterrizajes en aeropuertos de altura, ni de la recopilada del operador Peruvian Air Line SAC.



3. El Manual de operación de vuelo para la tripulación AFM (Airplane Flight Manual), de la aeronave BOEING B737-3K2, matrícula OB-2040-P, fue aceptado por la DGAC el 22 de abril del 2013, con el Oficio N° 0705-2013-MTC/12.07.CER. Todo el contenido del manual se encuentra impreso en el idioma inglés.

B.- INSTRUCCIÓN EN VUELO DE LA AERONAVE BOEING B-737.

El Piloto al momento del accidente tenía acumulado un total de 1,971 horas con 51 minutos, en aeronaves de modelo B-737, y cumplía con el requisito de experiencia operativa, instrucción, entrenamiento y las regulaciones establecidas en la Regulación Aeronáutica del Perú RAP 61.

C.- INFORMACIÓN OPERACIONAL

Cuando ocurrió el accidente en el OB-2040-P, el Piloto se encontraba con el entrenamiento en tierra e instrucción en vuelo vigente, asimismo con Nivel de Inglés OACI 4, hasta el 30 de abril del 2017. Conforme al reporte de actividades aéreas cumplidas durante las últimas 24 horas antes del evento, el piloto efectuó 01:35 horas de vuelo.

1.5.4 ASPECTO MÉDICO

El piloto se encontraba apto en su capacidad psicofísica general, sin observaciones, según consta en el Certificado médico vigente y válido hasta el 03 de marzo del 2016.

COPILOTO

1.5.5 DATOS PERSONALES

NACIONALIDAD : Peruano
FECHA DE NACIMIENTO : 11 de julio de 1993

1.5.6 EXPERIENCIA PROFESIONAL

TIPO DE LICENCIA : Piloto Comercial N° 2924
HABILITACIONES : Monomotores Terrestre hasta 5,700 kg.
Instrumentos y Copiloto B-737
FECHA DE EXPEDICIÓN : 08 de setiembre del 2014.
PAÍS EXP. LICENCIA : Perú
APTO MEDICO : N° 16570, vigente hasta el 29 de febrero del 2016

HORAS TOTALES DE VUELO HASTA EL 23-10-2015
TOTAL, HORAS DE VUELO : 1,455 hrs. 56 min.
TOTAL, HORAS B737 COPILOTO : 1,219 hrs. 08 min.
TOTAL, HORAS ÚLTIMOS 90 DÍAS : 230 hrs. 55 min.
TOTAL, HORAS ÚLTIMOS 30 DÍAS : 85 hrs. 12 min.
TOTAL, HORAS ÚLTIMOS 07 DÍAS : 18 hrs. 13 min.
TOTAL, HORAS ÚLTIMOS 24 HORAS : 01 hrs. 35 min.

1.5.7 INSTRUCCIÓN/CALIFICACIÓN/EVALUACIÓN DEL COPILOTO

Del legajo del piloto, en custodia de la oficina de Coordinación Técnica de Licencias de la DGAC y de las indagaciones de campo, se obtuvo la siguiente información:

A.- INSTRUCCIÓN EN TIERRA

Entrenamiento Periódico en Tierra del Equipo B-737, tiene una frecuencia de cada seis meses, siendo el ultimo dictado y al cual el copiloto asistió los días 25 al 27 de mayo del 2015. Asimismo, recibió los cursos de "Entrenamiento Periódico de Emergencias" el día 16 de noviembre del 2014, "Entrenamiento Periódico de Factores Humanos – CRM" realizado el día 14 de noviembre del 2014.

B.- INSTRUCCIÓN EN VUELO Y EVALUACIÓN DGAC EN LA AERONAVE BOEING B737.

Entrenamiento en el Simulador de Vuelos del Equipo B-737, se realiza cada seis meses. El Copiloto recibió instrucción y entrenamiento el 02 de junio del 2015; consecuentemente fue evaluado en Simulador de Vuelos del Equipo B-737 en la función de Copiloto, realizado el 03 de junio del 2015. Fue calificado para realizar operaciones aéreas en la función de copiloto en el Aeropuerto Especial del Cuzco el 11 de octubre del 2014. Conforme al reporte de actividades aéreas cumplidas durante las últimas 24 horas antes del evento, el copiloto efectuó 01:35 horas de vuelo.

1.5.8 ASPECTO MÉDICO

El Copiloto se encontraba apto en su capacidad psicofísica, sin restricciones, según consta en el Certificado médico vigente y válido hasta el 29 de febrero del 2016.

1.6 INFORMACIÓN DE LA AERONAVE

1.6.1 AERONAVE

MARCA	:	BOEING
MODELO	:	B737-3K2
No. DE SERIE	:	24329
MATRICULA	:	OB-2040-P
FECHA DE FABRICACIÓN	:	11-MAY-1990
CERTIFICADO TIPO (FAA)	:	AI6WE/E2GL
CERT. DE MATRICULA PROVISIONAL	:	No. 00899-2015
VENCTO. CERT. DE MATRIC. PROVISIONAL	:	13-MAY-2016
CERT DE AERONAVEGABILIDAD	:	No. 15-035
VENCIMIENTO C.A.	:	5-MAY-2017
FECHA ÚLTIMA INSP. AERONAV	:	26-FEB-2015 – CHECK C
TOTAL, HRS DE VUELO	:	74,018 hrs.
TOTAL, CICLOS	:	42,389 Ciclos
TBO/INSPECCIÓN MAYOR	:	4,000 hrs.
TIEMPO REMANENTE	:	2,566.13 hrs.

1.6.2 MOTORES

MARCA	:	CFM INTERNATIONAL
MODELO	:	CFM56-3B2
CERTIFICADO TIPO (FAA)	:	E2GL
Nº DE SERIE # 1	:	725876
Nº DE SERIE # 2	:	858294

Nº DE HORAS DE VUELO # 1 / T.S.N.	:	48,084.0
Nº DE HORAS DE VUELO # 2 / T.S.N.	:	46,298.5
Nº DE CICLOS # 1 / C.S.N.	:	30,684
Nº DE CICLOS # 2 / C.S.N.	:	28,064
FECHA DE REPARACIÓN/OVERHAUL #1	:	01-OCT-2011
FECHA DE REPARACIÓN/OVERHAUL #2	:	12-AGO-2006
T.S.R. / C.S.R. #1	:	12,020.0 / 6,832
T.S.R. / C.S.R. #2	:	16,654.5 / 10,403
T.B.O.	:	ON-CONDITION
H.S.I.	:	N/A
T.S.H.S.I. / C.S.H.S.I. # 1	:	N/A
T.S.H.S.I. / C.S.H.S.I. # 2	:	N/A
TIEMPO DISPONIBLE PARA OPERACIÓN # 1	:	BOOSTER SPOOL – 291 CICLOS
TIEMPO DISPONIBLE PARA OPERACIÓN # 2	:	LPT STG 1 DISK – 446 CICLOS

1.6.3 TREN PRINCIPAL DE ATERRIZAJE

TREN PRINCIPAL LADO IZQUIERDO

Nº DE PARTE	:	65-73761-127
Nº DE SERIE	:	MCO4845P2438
TIEMPO PARA OVERHAUL	:	120 meses o 21,000 Ciclos
TOTAL, HORAS DE VUELO DESDE NUEVO TTSN:	:	33,196 horas.
TOTAL, DE CICLOS DESDE NUEVO TTSN.	:	39,674 Ciclos.

TREN PRINCIPAL LADO DERECHO

Nº DE PARTE	:	65-73761-128
Nº DE SERIE	:	MCO4846P2438
TIEMPO PARA OVERHAUL	:	120 meses o 21,000 Ciclos
TOTAL, HORAS DE VUELO DESDE NUEVO TTSN:	:	32,332 horas.
TOTAL, DE CICLOS DESDE NUEVO TTSN.	:	39,049 Ciclos.

TREN DE NARIZ

Nº DE PARTE	:	65-73762-21
Nº DE SERIE	:	CPT2560ET
TIEMPO PARA OVERHAUL	:	120 meses o 21,000 Ciclos
TOTAL, HORAS DE VUELO DESDE NUEVO TTSN:	:	45,874 horas.
TOTAL, DE CICLOS DESDE NUEVO TTSN.	:	48,203 Ciclos.

1.6.4 MANTENIMIENTO

La compañía PERUVIAN AIR LINE S.A., opera bajo la RAP parte 121 y cuenta con un Manual General de Mantenimiento para la AOC Nº 73, Revisión 10, y un Manual de Organización y Mantenimiento para la Organización de Mantenimiento Aeronáutico OMA Nº 044, de última revisión del 30 de junio del 2011. Los Manuales fueron formulados de conformidad con las Regulaciones Aeronáuticas del Perú (RAP), vigentes. Realiza el mantenimiento de la aeronave de acuerdo a la Circular de Asesoramiento Nº 145-45-01, y a través de un OMA autorizado para las Inspecciones Mayores y tercerización de todo aquel trabajo para el cual no se encuentre certificado por la DGAC.



1.6.4.1 MANTENIMIENTO EN LOS TRENES PRINCIPALES DEL OB-2040-P

1.6.4.1.1 Mediante la tarjeta de trabajo especial, "Special Work PVU OT 2040-15-116 (OMA OT 1658-2015), se dio cumplimiento a la aplicación del Service Letter 737-SI-32-057-D, cuyos procedimientos consideraban la prueba del "Main Gear Damper Test", realizada el 27 de junio del 2015, y no se encontró desgaste en los ejes de amortiguación y las arandelas esféricas de presión. La prueba del Shimmy Damper resulto satisfactoria.

1.6.4.1.2 Con la tarjeta de trabajo "Special Work PVU OT 2040-15-18^a (OMA OT 0952-2015)", se efectuaron pruebas no destructivas NDT (Non Destructive Test), por partículas magnéticas, para detectar picaduras por corrosión, fatiga, etc., de los elementos estructurales "Torsion Link", superior e inferior, de los trenes principales derecho e izquierdo, que fueron cumplidos el 06 de junio del 2015. Los trabajos realizados no detectaron rajaduras, fatiga o corrosión, los elementos estructurales se encontraban en condiciones aeronavegables.

1.6.4.1.3 Las dos tarjetas especiales de trabajos de inspección y mantenimiento, expuestas en los párrafos anteriores, fueron incluidas de manera adicional a los trabajos de mantenimiento establecidos por los fabricantes de la aeronave y los componentes de los trenes principales; para toda la flota de aeronaves B737/300/400/500.

1.6.4.1.4 Se revisó la documentación técnica de los trenes principales del OB-2040-P, en los cuales figuraba que el tren principal izquierdo, derecho y el de nariz fueron sometidos a un proceso de mantenimiento de Nivel Overhaul, se encontró que todos los componentes estructurales de sujeción de los "Torsion Link" superior e inferior, se encontraban en buenas condiciones y con los tiempos límites horarios y de ciclos dentro de los intervalos de explotación establecidos por el fabricante, como se indica en el cuadro siguiente:

TREN PRINCIPAL	Elemento Estructural	Ciclos Acumulados	Límite de vida (Ciclos)	Remanente de ciclos para la explotación
IZQUIERDO	Torsion Link inferior	40,597	75,000	34,403
	Torsion Link superior	40,597	75,000	34,403
DERECHO	Torsion Link inferior	13,691	75,000	61,309
	Torsion Link superior	26,171	75,000	48,829
NARIZ	Torsion Link Assy, inferior	38,840	75,000	36,160
	Torsion Link Assy, superior	38,840	75,000	36,160

1.6.4.1.5 Los investigadores de la CIAA, inspeccionaron los procesos de inspección y mantenimiento que se ejecutaban en la Organización de Mantenimiento Aeronáutico OMA N° 044, de la compañía Peruvian Air Line SAC., y se verificó, que el personal técnico que realizó los trabajos de inspección y mantenimiento, aplicando los procedimientos de la Service Letter 737-SL-32-057-D "MAIN LANDING GEAR (MLG) LOWER TORSION LINK FRACTURE" Y "MLG SHIMMY DAMPER ADJUSTMENT TEST AMM 32-11-81", así como las inspecciones por desgaste de sus componentes, se encontraba capacitado y entrenado para la ejecución de estos trabajos, y disponían de las herramientas apropiadas y calibradas para los mismos.



1.6.5 PERFORMANCES

La aeronave BOEING 737-3K2, con NS 24329, matrícula OB-2040-P, fue certificada por la Federal Aviation Administration FAA de los Estados Unidos de Norte América, y se emitieron los Certificados Tipos AI6WE Revisión 58, del 11 de setiembre del 2012 de la aeronave, y el Certificado Tipo E2GL Revisión 11, del 5 de abril del 2007 para los motores que certifica que el combustible a utilizar para la combustión del motor es el Turbo Jet A1.

Asimismo, en mayor detalle las especificaciones técnicas de performances de la aeronave y componentes principales se encuentran descritos en los Manuales Técnicos y Manuales de Servicios de los fabricantes de la aeronave BOEING y CFM International, aceptados por la Dirección General de Aeronáutica Civil – DGAC del Perú.

De acuerdo a los Certificados Tipo y el Manual de Vuelo Airplane Flight Manual AFM D6-8730, FAA APPROVED 07-23-10, en el cual figura que las magnitudes de peso, para los cuales la aeronave OB-2040-P puede operar son los siguientes:

Peso máximo de Taxeo	: 139,000 libras (63,049 kg.)
Peso máximo al despegue	: 138,500 libras (62,822 kg.)
Peso máximo de aterrizaje	: 114,000 libras (51,709 kg.)
Techo máximo	: 37,000 pies.
Tripulación en cabina	: 1 Piloto más Copiloto

Asimismo, el certificado tipo de la aeronave establece que los tres trenes principales izquierdo y derecho, y el de nariz, tienen un tiempo límite de vida de 75,000 ciclos, como se muestra en el cuadro extraído del certificado tipo AI6WE Revisión 58, emitido por la FAA de los EEUU, para la aeronave B-737-3K2, matrícula OB-2040-P:

NOTE 8.	(a)	For 737-300 airplanes operated within the ranges of 136.5 – 119 KIPS for taxi weight and 114 KIPS for landing weight: The life limit for main and nose landing gear is 75,000 flight cycles.
	(b)	For detail components lives. see Boeing Service Letter 737-SL-32-21.

1.6.6 TRANSPORTE DE PERSONAL Y CARGA

De acuerdo al formato LOAD SHEET & LOAD MESSAGE, BOEING 737 del 23 de octubre del 2015, formulado para el vuelo PVN 216, que realizaba el OB-2040-P, trasladando pasajeros de la ciudad de Lima al aeropuerto del Cuzco, indica que la aeronave contenía 7800 kg de combustible Turbo Jet A1, con esta cantidad de combustible almacenado y considerando los pesos de los 133 pasajeros y sus equipajes, la aeronave contenía los siguientes pesos de despegue y aterrizaje como se indica:

	Peso Certificado de la aeronave	Peso de la Aeronave OB-2040-P, cuando ocurrió el accidente.
Peso máximo al despegue	62,822 kg.	52,207 kg.
Peso máximo de aterrizaje	51,709 kg.	49,603 kg.

La aeronave B737-3K2, matrícula OB-2040-P, en el momento del accidente en el aeropuerto de la ciudad del Cuzco no transportaba mercancías peligrosas.

1.6.7 CÁLCULO DEL PESO DE DESPEGUE

El formato de Peso y Balance de la aeronave matrícula OB-2040-P de fecha 23 de octubre del 2015, presentado por PERUVIAN AIRLINES SAC., a CORPAC, considera un peso de despegue de 52,207 kilogramos, el cual se encuentra por debajo del peso máximo de despegue establecido en el certificado tipo de la aeronave.

La Comisión de Investigación de Accidentes de Aviación determinó, en base a los datos obtenidos, que el peso de la aeronave al momento de ocurrir el accidente fue aproximadamente como se indica en el siguiente resumen:

FORMATO DE PESO Y BALANCE DEL B737-204	Peso, Kg.
Peso Seco	33,302.00
Combustible	7,800.00
Pasajeros y Equipajes	11,105.00
Peso Despegue	52,207.00
Combustible consumido durante la trayectoria de ida hasta el aterrizaje.	2,604.00
Peso al efectuar el Aterrizaje	49,603.00

1.6.8 CENTRO DE GRAVEDAD

El formato de Peso y Balance de la aeronave matrícula OB-2040-P de fecha 23 de octubre del 2015, presentado a CORPAC, considera un peso de despegue de 52,207 kilogramos, y con el Centro de Gravedad (CG.) ubicado en la posición del 24.2% de la Cuerda Media Aerodinámica. Durante el aterrizaje y luego de haber consumido 2,604.00 kg., de combustible la posición del CG de acuerdo al grafico se encontró comprendida dentro del intervalo de "OPTIMUM CG POSITION" de la curva envolvente establecida por el fabricante. El formato mostró gráficamente que el centro de gravedad CG, de la aeronave OB-2040-P, al momento del despegue y del aterrizaje se encontraba dentro de la envolvente del Centro de gravedad que equivale a la condición de equilibrio estable del OB-2040-P, para realizar la operación aérea el día que ocurrió el accidente.

1.7 INFORMACIÓN METEOROLÓGICA

La información meteorológica del día 23 de octubre al momento del accidente, según el METAR (METeorological Aerodrome Report) del Aeropuerto Internacional Alejandro Velasco Astete de la ciudad de Cuzco, fue la siguiente:

METAR SPZO 231600Z 35010KT 290V030 9999 FEW040 SCT080 21/M03 Q1033 NOSIG RMK PP000-

PRONOSTICO DEL TIEMPO: OPERABLE

Fecha y Hora : 231600Z»»23 de octubre, 16:15 UTC (11:15 am hora Local)
Viento y Velocidad : 35010KT»» Dirección de 350° y velocidad de 10 KT (nudos)
290V030»» Ráfaga de 290° y velocidad de 30 KT (nudos)
Visibilidad /Nubes : 9999»» Visibilidad más de diez kilómetros.
FEW040»» Pocas nubes a 4000 pies,
Temperatura : 21° C
Punto de Rocío : - 3° C
Presión atmosférica : Q1033»» Hp
Fenómenos climáticos : Sin cambios significativos.

Condiciones del tiempo en el lugar del accidente: OPERABLE
Intensidad de precipitación: NINGUNA
Restricciones de visibilidad: NINGUNA
Tipo de precipitación: NINGUNA.
Viento de cola de dirección variable: 10 a 30 nudos

El accidente ocurrió en la pista 28 del aeropuerto Internacional Alejandro Velasco Astete, SPZO, en las condiciones meteorológicas indicadas anteriormente.

1.8 AYUDAS PARA LA NAVEGACIÓN

El Aeropuerto Internacional del Cuzco (SPZO), cuenta con las ayudas para la navegación aérea, siendo considerado espacio aéreo controlado, no se tuvo evidencia de falla de alguno de los servicios a la navegación.

1.9 COMUNICACIONES

La aeronave de matrícula OB-2040-P y la torre de control del Aeropuerto del Cuzco, se comunicaron fluidamente en la frecuencia de 118.1Mhz, sin interrupciones.

Durante el aterrizaje el controlador de torre observó que la aeronave aterrizó un tanto desestabilizada, y posteriormente recibió la información de la tripulación que el tren principal lado derecho había colapsado. La tripulación del OB-2040-P reportó la emergencia de acuerdo a los procedimientos establecidos, dando cumplimiento a las Regulaciones Aeronáuticas del Perú (RAP) y Manual de Vuelo de la aeronave.

1.10 INFORMACIÓN DE LA PISTA DE ATERRIZAJE

La aproximación y aterrizaje de la aeronave OB-2040-P, se realizó sobre la pista 28 del aeropuerto internacional Velasco Astete de la ciudad de Cuzco, la cual poseía características técnicas que se describen:

Pista utilizada, designador de pista	:	28
Sistema PAPI	:	RWY 28
Dimensiones	:	3400x45 metros.
Superficie	:	Asfalto.
Elevación	:	3309 metros/10855 pies (snm)
Temperatura cuando ocurrió el accidente	:	21.1 °C
Coordenadas	:	Latitud 13° 32' 08", Longitud 71° 56° 37"

Luego del accidente, la compañía PERUVIAN AIRLINES SAC, ejecutó el plan de recuperación de la aeronave en coordinación con los funcionarios de CORPAC, encargados de la administración del aeropuerto.

1.11 REGISTRADORES DE VUELO

1.11.1 REGISTRADOR DE VOZ DE CABINA CVR

La aeronave, se encontraba equipada con grabadora de voz identificada como sigue:

Fabricante	:	HONEYWELL
Número de Parte	:	980-6022-001



Número de Serie : 1060

No se dispuso de la información de la Grabadora de Voz, debido a que al momento de la extracción de datos, se obtuvo información de 15 minutos de vuelo correspondiente a otro vuelo programado de la aeronave OB-2040-P.

1.11.2 REGISTRADOR DE DATOS DE VUELO FDR

La aeronave, se encontraba equipada con la grabadora de parámetros de vuelo:

Fabricante : L3 AVIATION PRODUCTS
Modelo : FA 2100
Número de Parte : 2100-4043-00
Número de Serie : 000-460875

Los datos extraídos del FDR, en los laboratorios de la Compañía AERO INSTRUMENTS AND AVIONICS, INC. FAA RSN NC1R343K, fueron enviados a la National Transport Safety Board, NTSB, y fueron sometidos a un interpretación y análisis. El análisis cinemático realizado permitió depurar las inconsistencias originadas por las diferentes fuentes de información y las interferencias de otros instrumentos. El análisis cinemático realizado correlacionó los datos de la aceleración con los otros parámetros de vuelo como: altitud, velocidad sobre el terreno y el ángulo de deriva, con la finalidad de que fueran compatibles y comparables. Luego de este proceso se obtuvo un conjunto de datos que permitieron el cálculo de parámetros del viento y otros que no fueron grabados por el Flight Data Recorder FDR. Los Gráficos de los parámetros indican lo siguiente:

1. Los datos muestran que la aeronave OB-2040-P, hizo una aproximación manual con aproximadamente 1000 pies de radio altímetro, configurada con Flap 15, con un banqueo de izquierda como se muestran en el Gráfico N° 1 y N° 2, para alinearse con la pista del aeropuerto de Cuzco el cual se encuentra a 10,860 pies sobre el nivel del mar, y la presión altitud al momento del aterrizaje fue aproximadamente de 10,300 pies.
2. Se graficó la información extraída del FDR, relacionada a los parámetros de la dirección longitudinal y lateral de la aeronave OB-2040-P. En los Gráficos N° 1 y N° 2, se muestra la aproximación final y el aterrizaje, en los Gráficos N° 3 y N° 4 se visualiza específicamente el contacto en tierra (touchdown) y luego la rotación en pista (Landing roll out). La velocidad del viento calculada provino del este y nor-este, de aproximadamente 15 nudos de velocidad, decreciendo a cero nudos momentáneamente y luego incrementándose a 10 nudos antes que la aeronave OB-2040-P hiciera el contacto con la pista de aterrizaje, como se muestra en el Gráfico N° 2. El viento, predominante de cola con rumbo magnético de 280 grados, y un componente de viento cruzado del lado derecho disminuía, en la medida que la aeronave descendía.
3. La velocidad de referencia para el aterrizaje, fue de 143 nudos (V_{ref}). Por debajo de los 1000 pies de radio altitud, la velocidad promedio calculada por computadora de la aeronave OB-2040-P fue de 165 nudos ($V_{ref} + 22$), y la alcanzada fue de 179 nudos ($V_{ref} + 36$) antes de efectuar la maniobra del "flare"¹. La maniobra del flare fue iniciada a los 95 pies de altitud, como se muestra en el Gráfico N° 3. Al momento del contacto con la pista de aterrizaje, la velocidad de viento de cola fue bajo y un componente de viento cruzado de lado derecho que

¹ Maniobra de cabreo que se realiza en la parte final de la aproximación para disminuir la velocidad vertical de descenso y posicionar la aeronave sobre la pista en el punto de contacto.



alcanzó los 10 nudos, ver figura N° 4. En estas circunstancias la velocidad calculada de contacto con la pista fue de 162 nudos ($V_{ref} + 19$) y la velocidad sobre el terreno alcanzó los 200 nudos, ver el Gráfico N° 3. La velocidad vertical de descenso alcanzó los 0.5 pies por segundo (30 pies por minuto), con un factor de carga de 1.1 gravedades, ver el Gráfico N° 3.

4. El punto de contacto con la pista de aterrizaje fue determinado en los Gráficos N° 3 y N° 4, por la primera disminución de la aceleración longitudinal. Los parámetros discretos de la transición de pase del aire a tierra del OB-2040-P, cambiaron aproximadamente a los 03 segundos después de la estimación del punto de contacto con la pista de aterrizaje.
5. Luego de 02 segundos después del contacto con la pista, el OB-2040-P experimentó dos picos de rápidas aceleraciones laterales para la derecha de aproximadamente 0.15 gravedades, seguidos de una guiñada (Yawing) de la aeronave hacia la izquierda, ver Gráfico N° 4. A partir de estos iniciales movimientos la aeronave se empezó a mover con aceleraciones laterales y longitudinales de manera oscilante. Las aceleraciones laterales alcanzaron +/- 0.5 gravedades que es la evidencia del mecanismo de esfuerzos que provocó el daño en el tren principal del lado derecho.
6. Dos segundos después del contacto con la pista, se desplego totalmente el speedbrake seguido por el accionamiento de las reversas de empuje después de 09 segundos, como se puede observar en el Gráfico N° 3. Asimismo, la presión del sistema hidráulico de frenado sobre las ruedas, no fue grabada por el FDR, por lo que no se puede conocer si estos fueron accionados. Sin embargo, se observó en la Grafica N° 3, una desaceleración el cual podría ser la indicación de que los frenos fueron accionados. Las reversas fueron desactivadas para el tiempo 5114 segundos (escala del Grafico N° 3), y la aeronave disminuyó su velocidad indicada de 60 nudos y la velocidad de la aeronave sobre el terreno de 80 nudos, estando accionados los speedbrake durante toda la carrera de aterrizaje.
7. El tren principal del lado derecho colapso, cuando la aeronave disminuyó la velocidad por debajo de los 08 nudos, que se evidencia por incremento rápido de un ángulo de banqueo de derecha y un incremento en la actitud de cabreo como se observan en los Gráficos N° 3 y N° 4. La aeronave paró dos segundos después, luego de haber permanecido 50 segundos en movimiento en tierra, desde el contacto con la pista de aterrizaje hasta paralización sobre la misma.
8. Las evidencias obtenidas de la información extraída del FDR indican:
 - La aproximación realizada por la tripulación fue manual.
 - Hubo presencia de viento de cola que, combinado con una elevada velocidad de aproximación en el aterrizaje en un aeropuerto de altura, resultó en una elevada velocidad sobre el terreno (200 nudos) al momento de contacto sobre la pista de aterrizaje.
 - La maniobra de flare fue iniciada a 95 pies de altura, provocando una extendida maniobra de flare, y una velocidad de descenso al contacto con la pista menor a 0.5 pies por segundo (30 pies por minuto).
 - El Tren Principal Derecho colapsó aproximadamente a los 48 segundos después del contacto de la aeronave con la pista de aterrizaje, cuando la aeronave ya se desplazaba a baja velocidad sobre el terreno.
9. El Manual de entrenamiento de las tripulaciones "737 CL Flight Crew Training Manual" (FCTM),



contiene los criterios fundamentales de Seguridad Operacional para efectuar vuelos con aproximaciones estabilizadas. Asimismo, cómo y en qué momento iniciar la maniobra de Flare. Estos criterios recomiendan que la maniobra de flare debe iniciarse a unos 20 pies de altura y alcanzar un ángulo de 2 a 3 grados y una disminución progresiva del acelerador a mínimo para que la aeronave descienda a una velocidad de descenso no mayor de 1000 pies por minuto, una ida de largo es recomendada si la aproximación es desestabilizada sobre los 1000 pies, el criterio mencionado se transcribe como sigue:

Flare Guidance

The FCTM also contains the following recommendations that are applicable to this event:

Initiate the flare when the main gear is approximately 20 feet above the runway by increasing pitch attitude approximately 2° - 3°. This slows the rate of descent.

After the flare is initiated, smoothly retard the thrust levers to idle, and make small pitch attitude adjustments to maintain the desired descent rate to the runway. A smooth thrust reduction to idle also assists in controlling the natural nose-down pitch change associated with thrust reduction. Hold sufficient back pressure on the control column to keep the pitch attitude constant. Ideally, main gear touchdown should occur simultaneously with thrust levers reaching idle.

Do not allow the airplane to float or attempt to hold it off. Fly the airplane onto the runway at the desired touchdown point and at the desired airspeed.

Prolonged flare increases airplane pitch attitude 2° to 3°. When prolonged flare is coupled with a misjudged height above the runway, a tail strike is possible. Do not prolong the flare in an attempt to achieve a perfectly smooth touchdown. A smooth touchdown is not the criterion for a safe landing.

10. Los cuatro Gráficos N° 1, 2, 3 y 4, describen la actuación del OB-2040-P desde la aproximación inicial, final, la maniobra del flare, el contacto con la pista de aterrizaje, el rodaje sobre la pista hasta el momento que se detiene la aeronave con el Tren Principal Derecho colapsado. La interpretación y análisis preliminar de esta información fue efectuada con ayuda de los expertos de la National Transport Safety Board NTSB y de la compañía Boeing Corporation fabricante de la aeronave OB-2040-P. En los párrafos del 1 al 4, se encuentra la interpretación de los eventos ocurridos durante el vuelo el día del accidente.



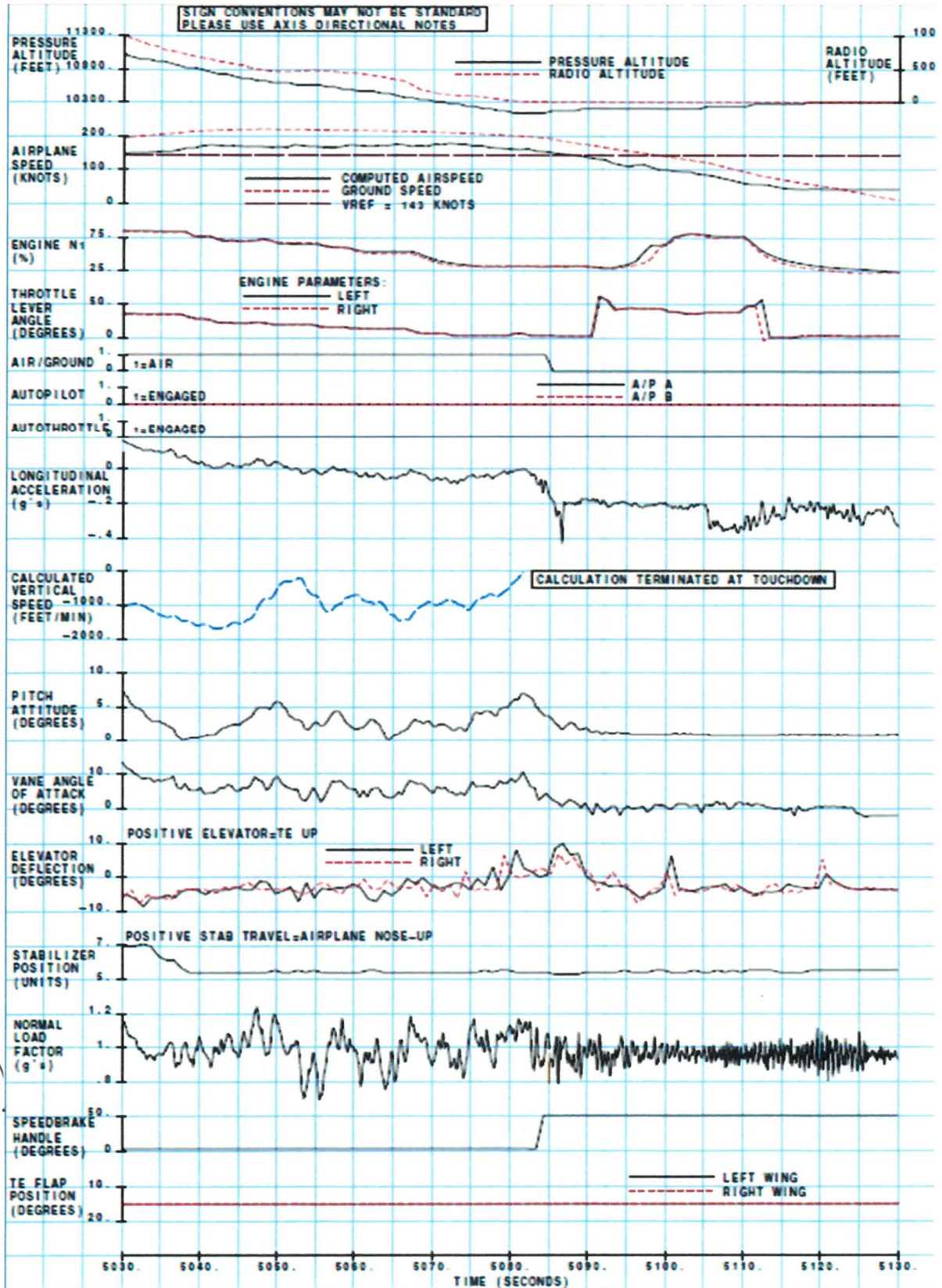


Gráfico N° 1



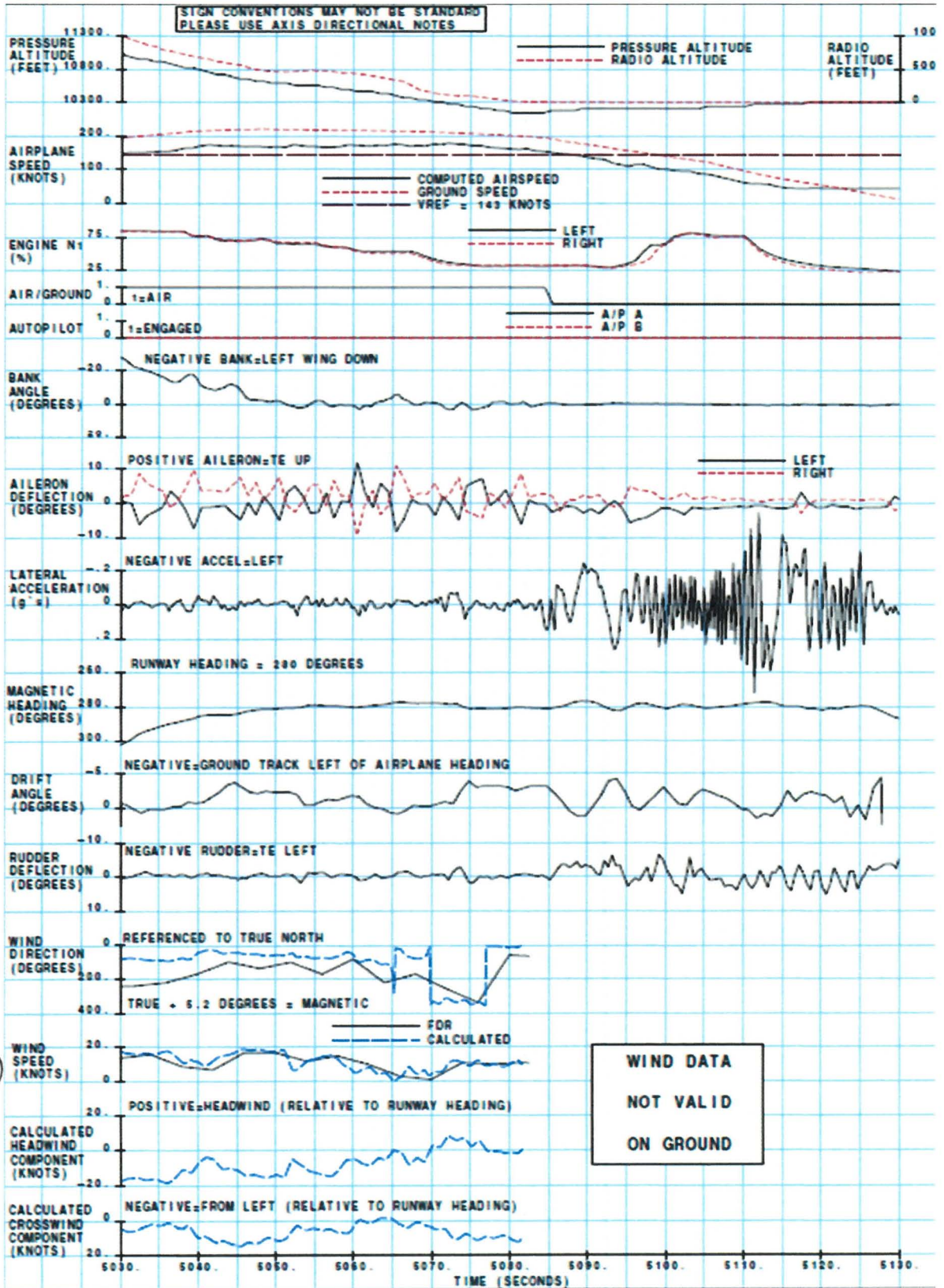


Gráfico N° 2



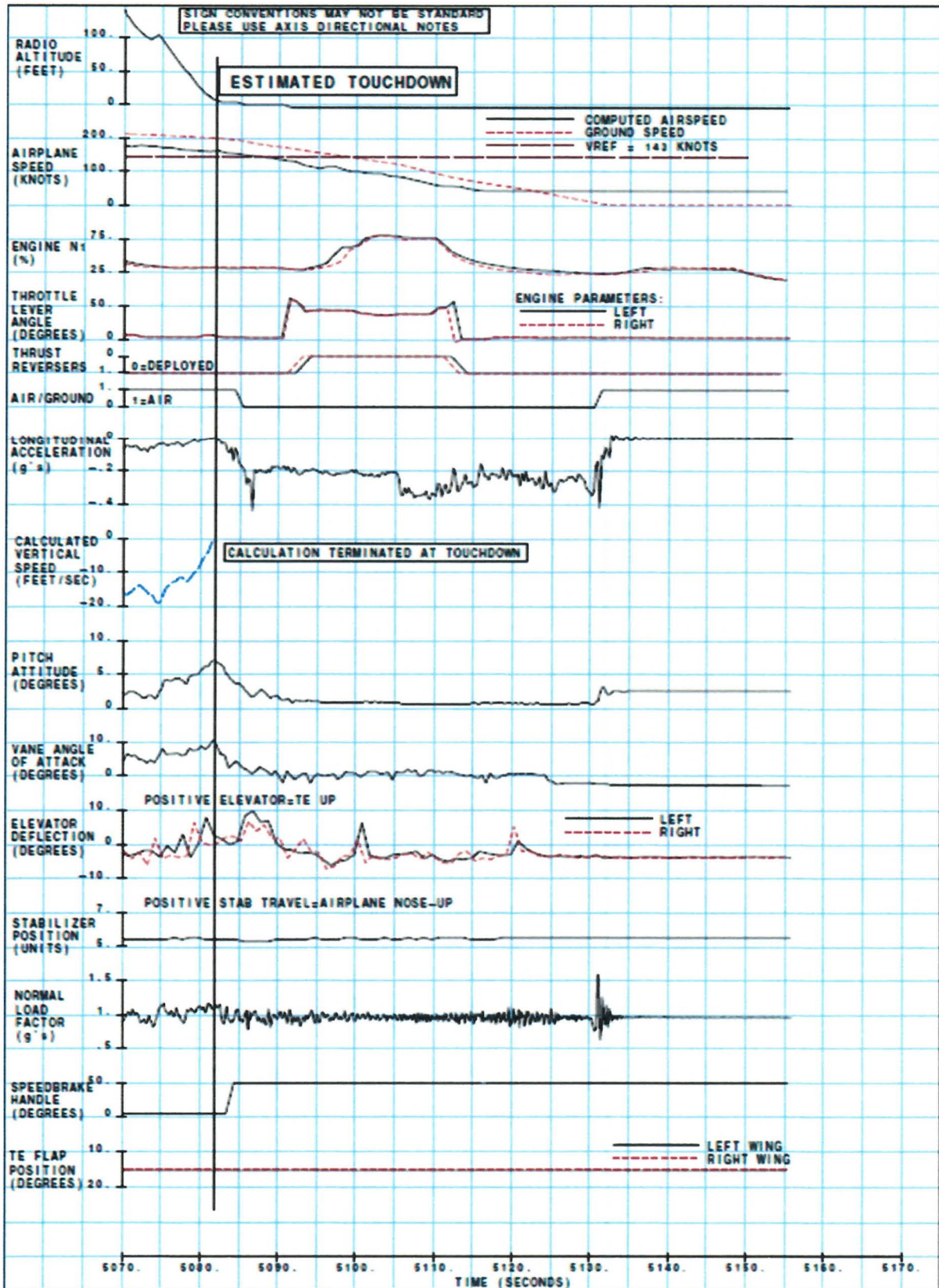


Gráfico N° 3



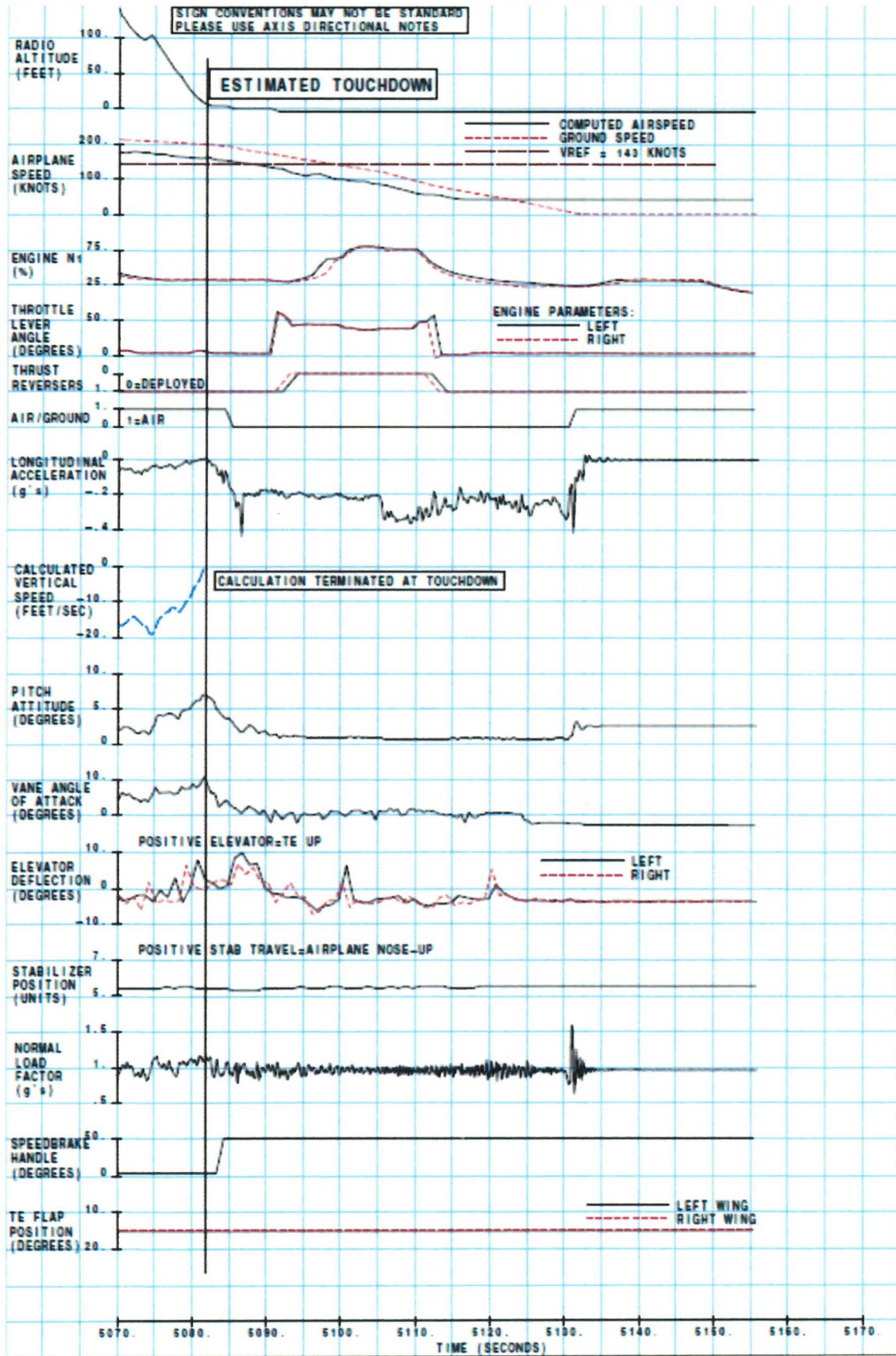


Gráfico N° 4



1.12 TRANSMISOR DE LOCALIZACIÓN DE EMERGENCIA – ELT

Nº de Serie Codificado : 0535
Marca : ARTEX
Modelo : C406-1
S/N Fábrica : 210-03444
Código Hexadecimal : DF0C40085C00349
Frecuencia radiolocalización : 406 MHz

Los acelerómetros del equipo no fueron llevados a la condición de activación automática del sistema.

1.13 INFORMACIÓN MÉDICA Y PATOLÓGICA

Todos los ocupantes de la aeronave matrícula OB-2040-P, fueron desembarcados por sus propios medios sin sufrir lesiones.

En relación a la tripulación de vuelo, se solicitó los resultados de laboratorio de Dosaje Etílico, en los cuales se obtuvo como resultado de 0.00 gramos de alcohol por litro de todos los tripulantes. No se obtuvo de la compañía PERUVIAN AIR LINE SAC., los resultados de las pruebas toxicológicas.

1.14 INCENDIO

No se produjo ningún tipo de incendio a consecuencia de la falla del tren principal derecho y rotura de los otros elementos estructurales de la aeronave, no hubo derrames o fuga de combustible. Este efecto no resulta aplicable en la presente investigación.

1.15 ASPECTOS DE SUPERVIVENCIA

Durante las fases de aproximación y la de aterrizaje los pasajeros y tripulantes se encontraban con sus dispositivos de supervivencia colocados (arneses y correas de seguridad).

En el aterrizaje el proceso de oscilación "Efecto Shimmy" se inició en el tren principal izquierdo, que provocó oscilaciones laterales que generaron esfuerzos que fueron soportados por el tren principal derecho hasta la rotura de los conjuntos estructurales de retracción "Walking Bean" y "Reaction Link". Las roturas de estos elementos hicieron que el tren principal derecho se abriera en dirección opuesta a la de retracción. Desde el contacto de la aeronave en la pista de aterrizaje, hasta la falla de estos componentes las medidas de supervivencia fueron tomadas, según las manifestaciones de la tripulación y pasajeros.

Luego de la falla del tren principal derecho, la evacuación se dio de acuerdo a las instrucciones del Piloto y ejecutado mediante los procedimientos efectuados por la tripulación de cabina (Flight Attendants), que accionaron los dispositivos de despliegue del tobogán delantero lado derecho para la evacuación de pasajeros y tripulantes de la aeronave.

1.16 ENSAYOS E INVESTIGACIONES

Las investigaciones se llevaron a cabo de acuerdo a lo recomendado por el Anexo 13 del Convenio de Aviación Civil "Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación", Doc. 9756, Parte I de la Organización de Aviación Civil Internacional, así como el artículo 154.1 del Título XV de la Ley de Aeronáutica Civil del Perú, Ley Nº 27261.



La Comisión de Investigación de Accidentes de Aviación-CIAA utilizó además su Anexo Técnico como base para llevar a cabo las investigaciones. Durante el proceso de investigación la CIAA estableció contacto con diversas entidades involucradas en la investigación. Así mismo, se solicitó información a diversas autoridades y entidades nacionales como DGAC, CORPAC S.A. etc. De igual modo se coordinó con la National Transport Safety Board NTSB, que nombró un coordinador para efectuar las coordinaciones con el fabricante de la aeronave THE BOEING COMPANY, en lo relacionado a: interpretación de los datos extraídos de la Grabadora de datos de vuelo FDR y la obtención de la documentación técnica, para determinar las normas y procedimientos de operación y mantenimiento de la aeronave B 737-3K2, matrícula OB-2040-P y los componentes del tren de aterrizaje y accesorios.

Durante la investigación de campo realizada a la aeronave OB-2040-P, en las instalaciones de la Compañía PERUVIAN AIRLINES SAC., ubicadas en el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez, se inspeccionaron presencialmente la ejecución de los procedimientos de inspección y mantenimiento de los elementos estructurales, el Componente de amortiguación (Shimmy Damper), ejes de acoplamiento y bocinas. Las que fueron ejecutadas de acuerdo a la norma técnica del fabricante.

1.17 INFORMACIÓN SOBRE ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN

La compañía PERUVIAN AIR LINE SAC., de acuerdo a su Certificado de Explotador de Servicios Aéreos N° 073, expedido el 10 de Febrero del 2014, satisface los requisitos de la Ley de Aeronáutica Civil del Perú N° 27261, las Regulaciones Aeronáuticas del Perú Parte 121, que le autorizan a realizar Operaciones de Servicio de Transporte Aéreo Regular Nacional e Internacional de Pasajeros, Carga y Correo, de conformidad con las autorizaciones y limitaciones señaladas en las Regulaciones Aeronáuticas del Perú Parte 119 NE y 121 NE, así como con los términos, condiciones y limitaciones previstos en las Especificaciones Técnicas de Operación. Durante las investigaciones y visitas realizadas a la compañía, se pudo constatar que la compañía Peruvian Air Line, no tiene implementado el proceso de análisis de performances de las operaciones aéreas que realiza y no utiliza la información de los registros de vuelo de manera exhaustiva.

La entidad encargada de la administración del aeropuerto es Aeropuertos del Perú (A.D.P.) y la de prestar servicios de Tránsito Aéreo es la Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial (CORPAC). La autoridad encargada de la certificación de la operadora, así como de otorgar la licencia de la tripulación es la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC). Los servicios brindados por esta organización fueron los necesarios para la operación segura de la aeronave y asimismo durante la emergencia y proceso de rescate de los pasajeros.

1.18 INFORMACIÓN ADICIONAL

EXPERIENCIA DEL OPERADOR EN EL USO DE LA AERONAVE

La compañía PERUVIAN AIR LINE SAC., posee los Manuales para la explotación de la aeronave OB-2040-P, entre ellos el Manual de Vuelo para realizar la operación de la aeronave, de acuerdo a lo que señalan la Ley de Aeronáutica Civil del Perú No. 27261, las Regulaciones Aeronáuticas del Perú (RAP), y los Anexos OACI.

De la revisión de la documentación técnica y de instrucción en la compañía, la compañía PERUVIAN AIR LINE SAC., y la tripulación técnica, involucrada en el accidente, poseía experiencia en la operación de este tipo de aeronave. Cumplía con los requisitos de capacitación y entrenamiento en el equipo B 737-3k2, OB-2040-P para pilotos, en la parte teórica y práctica. La documentación de entrenamiento se encontraba actualizada y el Piloto y



Copiloto, estaban al día en su currículum de instrucción y con experiencia reciente, en este tipo de aeronave. El Manual de Vuelo D6-8730, aprobado el 07-23-10 por la FAA y la DGAC del Estado Peruano y el Manual de Procedimientos Estándar aplicable a la aeronave OB-2040-P, establece las recomendaciones para una aproximación estabilizada:

 PERUVIAN AIRLINES BOEING 737 – PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS ESTÁNDAR – SOP ESTANDAR CALLOUTS / PROCEDIMIENTOS	Página	03-01-5
	Fecha	24-09-15
	Revisión	04

RECOMENDACIONES PARA UNA APROXIMACIÓN ESTABILIZADA

Manteniendo una velocidad estable, régimen de descenso, y una senda de vuelo vertical / lateral en la configuración de aterrizaje es comúnmente referida como un concepto de aproximación estabilizada.

Cualquier desviación significativa de la senda de vuelo planeada, velocidad, o régimen de descenso debe ser anunciada. La decisión de ejecutar una ida de largo no es una indicación de pobre performance.

Nota: No intente aterrizar proviniendo de una aproximación no estabilizada.

Elementos recomendados para una aproximación estabilizada.

Las siguientes recomendaciones son consistentes con un criterio desarrollado por la Flight Safety Fundación.

Todas las aproximaciones deben ser estabilizadas a 1000 pies de elevación (AFE above field elevation) en condiciones meteorológicas instrumentales (IMC) y por 500 pies de elevación (AFE above field elevation) en condiciones meteorológicas visuales (VM) Una aproximación es considerada estabilizada cuando se cumple con los siguientes criterios.

- El avión está en la senda correcta de vuelo.
- Solo pequeños cambios de dirección y cabeceo son requeridos para mantener la senda de vuelo.
- El avión debe estar con la velocidad de aproximación. Desviaciones de +10 nudos a -5 nudos son aceptables si la velocidad tiende dirigirse a la velocidad de aproximación.
- El avión está en la configuración correcta de aproximación.
- Régimen de descenso no es mayor a 100 pies por minuto; si es necesario un descenso mayor a 1000 pies por minuto, un Briefing especial debe conducirse.
- Que la potencia es la apropiada para la configuración del avión.
- Todos los briefings y checklists (listas de chequeo) hayan sido realizadas.
- Tipos de aproximaciones específicos son estabilizados si ellos cumplen con lo siguiente:
- Las aproximaciones ILS dentro de un punto de la senda de planeo (Glide Slope) y localizador (localizar), o dentro de la escala del localizador expandido (Como esté instalado).



EN IDIOMA INGLES

 PERUVIAN AIRLINES BOEING 737 – PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS ESTÁNDAR – SOP ESTANDAR CALLOUTS / PROCEDIMIENTOS	Página	03-01-3
	Fecha	24-09-15
	Revisión	04

STABILIZED APPROACH RECOMMENDATIONS

Stabilized Approach Recommendations Maintaining a stable speed, descent rate, and vertical/lateral flight path in landing configuration is commonly referred to as the stabilized approach concept.

Any significant deviation from planned flight path, airspeed, or descent rate should be announced. The decision to execute a go-around is no indication of poor performance.

Note: Do not attempt to land from an unstable approach.

Recommended Elements of a Stabilized Approach

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

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

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

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

- ILS approaches should be flown within one dot of the glide slope and localizer, or within the expanded localizer scale (as installed)
- during a circling approach, wings should be level on final when the airplane reaches 300 feet AFE.

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

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



Al comparar las recomendaciones para alcanzar la condición de Aproximación Estabilizada existe un error en la transcripción al castellano que considera la velocidad o régimen de descenso de 100 pies por minutos, debiendo ser de 1000 pies por minuto como lo establece

el fabricante de la aeronave y es tomada por la compañía Peruvian Air Line SAC., en el Manual de Procedimientos Operativos Estándar SOP, aplicable a la aeronave OB-2040-P.

Al revisar la normatividad relacionada a la formulación de Manuales del área de Operaciones, RAP 121.420, literal (a), página CAPE 1/2, establece que la redacción de los manuales deberá ser en idioma Español. Asimismo, se buscó información sobre los requisitos necesarios para el caso que los manuales fueran elaborados luego de un proceso de traducción de otro idioma al español y no se encontró marco regulatorio para las traducciones y aprobación por autoridad competente.

EXPERIENCIA DEL OPERADOR EN EL MANTENIMIENTO DE LA AERONAVE

La compañía PERUVIAN AIR LINE S.A., opera bajo Regulaciones Aeronáuticas del Perú Parte 119 NE y 121 NE, cuenta con un Manual General de Mantenimiento del 13 de junio del 2013, aceptado por la DGAC. Se verificó que el Manual General de Mantenimiento se ha confeccionado tomando como base las siguientes normas establecidas por las RAP's, OACI, FAA, DGAC.

1. OACI : Manual sobre mantenimiento de la aeronavegabilidad (Documento 9642-AN/941 año 1995; Anexo # 6; Anexo # 8).
2. FAA : Códigos de Aeronavegabilidad FAR 25; FAR 33; FAR 35.
3. DGAC : Manual guía de Inspector de Aeronavegabilidad resolución directoral N° 143-98 MTS/15.16.
Circular de Asesoramiento N° 145-45-01
4. RAP : 21; 39; 43; 45; 65; 91; 121.
5. FORMATOS : F-DGAC-A-001.
6. LEY DE AERONÁUTICA CIVIL Nro. 27261
7. Normas Técnicas del Fabricante establecidas para la Aeronave BOEING B737-3K2

INVESTIGACIONES RELACIONADAS A LA ACCIDENTE DEL OB-2040-P.

Considerando las evidencias encontradas en el lugar del accidente, que muestran huellas de características sinusoidales y que obedecen a movimiento oscilatorios del conjunto de ruedas del Tren Principal Izquierdo, se recurrió a la Base de datos de Investigaciones de diferentes organizaciones Estatales de investigación de accidentes y de la compañía fabricante de la aeronave "The Boeing Corporation.", y se encontró las siguientes investigaciones relacionadas:

1. ESTUDIOS REALIZADOS POR LA COMPAÑÍA BOEING CORPORATION.

La compañía BOEING Corp., publicó un artículo relacionado a la aparición durante el aterrizaje del fenómeno "Shimmy" y la ineficacia del amortiguador "Damper" para disiparlo. Este fenómeno se presenta al momento del aterrizaje y mayormente en los trenes principales de las aeronaves. El estudio fue realizado en base a los eventos de este tipo ocurrido en los conjuntos de rueda del Tren Principal de las aeronaves Boeing 737 series 200/300/400/500. El artículo se encuentra en la publicación BOEING AERO QTR_03 2013, "Prevention Main Landing Gear Shimmy Events", páginas del 10 al 15.

En esta publicación la compañía Boeing, realiza el análisis exhaustivo de los reportes de falla de Shimmy Damper de operadores de las aeronaves B 737-200/300/400/500 en el mundo, y establece, ocho causas que pueden provocar la falla de la amortiguación de la torsión oscilante del conjunto de ruedas del tren principal, de las cuales 07 están relacionadas al área de aeronavegabilidad y 01 al área de operaciones.

- a. Causas relacionadas al área de Aeronavegabilidad:



- Excesivo desgaste o juego en la unión del Shimmy Damper y el Lower torsión link. Este desgaste incrementa la probabilidad de falla del Shimmy Damper.
- Desgaste o libre Juego en las bocinas de unión de Upper y Lower torsión Link, con el cilindro y el vástago de amortiguación del tren principal.
- Presencia de aire en el amortiguador del Shimmy Damper, por falta de purgado.
- Rotura del pistón del amortiguador del Shimmy Damper.
- Exceso de recarga de nitrógeno, que impide un adecuado funcionamiento del Shimmy Damper.
- Modelo de Shimmy Damper inapropiado para el tipo de tren principal.
- Tubería de fluido hidráulico mal conectada o desconectada.

Estos tipos de fallas, desgaste, o componente no apropiado, incrementa la probabilidad de falla del Shimmy Damper.

b. Causa relacionada con el área operacional:

- Aterrizaje con baja velocidad vertical. Este tipo de aterrizaje es muy probable que no permita la actuación eficaz del Shimmy Damper, debido a que el Upper y Lower Torsión Link permanecen extendidos, reduciendo la eficiencia de la amortiguación de la torsión fluctuante del conjunto de ruedas del tren principal.

2. INVESTIGACIÓN RELACIONADA CON EL ACCIDENTE DEL OB-2040-P.

La autoridad de investigación de accidentes del Estado de Sud África, investigó el accidente del Boeing 737-400, número de vuelo BA6234, de matrícula ZS-OAA, ocurrido durante el aterrizaje en el aeropuerto Tambo International Airport, el 26 de octubre del 2015.

El accidente ocurrió aproximadamente 1 km después del punto de contacto en la pista, y la tripulación declaró que unos segundos después de un aterrizaje exitoso, sintieron que la aeronave vibraba, durante la cual aplicó los frenos y desplegaron el empuje inverso.

La vibración continuó en la aeronave haciendo que esta gira levemente a la izquierda. La aeronave se detuvo ligeramente a la izquierda de la línea central de la pista, descansando sobre su tren de aterrizaje principal derecho y el motor número uno, con el tren de aterrizaje de la nariz en el aire. La aeronave sufrió daños sustanciales debido al desprendimiento del Tren Principal Izquierdo, y la aeronave continuó su deslizamiento sobre el motor izquierdo, friccionando este componente sobre sus carenados hasta que se detuvo la aeronave.

Ninguno de los ocupantes sufrió lesiones durante la secuencia del accidente. La investigación reveló que el accidente fue causado por las oscilaciones excesivas del Shimmy en el tren de aterrizaje izquierdo, que causó que este componente colapsara.

La causa probable que se determinó en dicha investigación fue: "se inició con una aproximación inestable, y la tripulación efectuó la maniobra de "Flare" muy alto, con una velocidad resultante elevada, lo que provocó una baja velocidad de descenso al momento de contacto con la pista del Tren Principal Izquierdo, el cual experimento una excesiva vibración y posterior falla producida por el efecto Shimmy".

-----0-----



2. ANÁLISIS

2.1 GENERALIDADES

La información fáctica recopilada proviene de tres fuentes: evidencias obtenidas del lugar del accidente y restos de la aeronave; la información técnica provista por el explotador y la autoridad aeronáutica del Estado Peruano, fabricante de la aeronave y entidades estatales de investigación de accidentes del Estado de Fabricación; y finalmente de las grabadoras de vuelo que registraron los datos de vuelo relacionados al accidente del OB-2040-P.

La información obtenida del lugar del accidente evidencia que antes de la rotura del Tren Principal Derecho del OB-2040-P, el conjunto de ruedas del Tren Principal Izquierdo experimento oscilaciones que dejaron en la pista de aterrizaje marcas de forma sinusoidal que indica que las dos ruedas del tren principal izquierdo estaban realizando movimientos oscilatorios laterales respecto al eje longitudinal de la aeronave como se muestra en la Fotografía.



Oscilaciones laterales del principal izquierdo luego que el ob-2040-P hiciera contacto con la pista

Estas oscilaciones que se inician en pequeños movimientos laterales deben ser amortiguadas o disipadas por el componente denominado Shimmy Damper instalado en el Tren Principal Izquierdo. Al resultar ineficaz esta capacidad de disipación de energía de movimiento lateral, el movimiento lateral "Shimmy" las ruedas N° 1 y 2 continuaron en un movimiento torsional cada vez mayor provocando que la aeronave se mueva hacia la derecha e izquierda, y siendo el Tren Principal Derecho el único mecanismo que trató de mantener la aeronave en la dirección de aterrizaje hasta que se fracturaron sus elementos estructurales de sujeción, y

este colapsó; haciendo que se abriera en el sentido opuesto al movimiento de retracción. La aeronave OB-2040-P finalmente quedó en la posición que se muestra en la fotografía que sigue.



La información provista por el explotador, no permitió establecer que la instrucción y entrenamiento de la tripulación del OB-2040-P, comprendiera las maniobras de aterrizaje, aproximación, y Flare en aeropuertos especiales (de altura) de manera específica y con énfasis en el control de las velocidades indicada y sobre el terreno para el aterrizaje, ni las técnicas que deben ser aplicadas al realizar dicha maniobra (flare a la altura de 10 a 20 pies sobre el terreno). Asimismo, la información provista por el fabricante permitió conocer los estudios relacionados a la falla de los Trenes Principales de Aterrizaje en aeronaves del modelo B 737-300/400/500, debido al efecto "Shimmy" y los factores que los desencadenan, convirtiéndose en un movimiento descontrolado sin hallar forma de neutralizarlo.

Finalmente, la información obtenida de los registradores de vuelo, permitió conocer las magnitudes alcanzadas de velocidad indicada y sobre el terreno, altura, gravedades, velocidad de descenso, entre otras; que experimento la aeronave OB-2040-P en las maniobras de aproximación, aterrizaje, rodaje y hasta el momento en el que se detuvo la aeronave.

2.2 OPERACIONES DE VUELO

La manifestación de Piloto al mando (Pilot in Command PIC), relata que en los últimos momentos trató de mantener la aeronave en la dirección del eje longitudinal de la pista evitando que no salga de la misma, hecho que es congruente con el comportamiento dinámico de la aeronave, por el efecto del "Shimmy". Este efecto no se detuvo, a pesar de la disminución de la velocidad de la aeronave y en esta condición llevó al estrés mecánico a los elementos estructurales de sujeción del Tren Principal Derecho; hasta que colapsara y en esta condición: la baja velocidad de la aeronave y los movimientos oscilantes, provocaban la sensación en el Piloto que la aeronave probablemente saliera de la pista de aterrizaje.

Los datos obtenidos de FDR permitieron corroborar estas afirmaciones y establecer, aproximadamente, el momento en el cual la aeronave a consecuencia de la rotura del tren



principal derecho, cambia de dirección; así como la velocidad aproximada a la que se fractura. El Piloto al mando y el Copiloto, no tuvieron el conocimiento de que este fenómeno experimentado en el OB-2040-P, fuera provocado por el movimiento oscilante del tren izquierdo y que este, provocara la rotura del derecho. La información obtenida del FDR, establece que las condiciones que se presentaron durante el aterrizaje del OB-2040-P, fueron: elevada velocidad de aterrizaje sobre la pista, y una velocidad vertical de descenso menor que la establecida para ser considerada como un aterrizaje de características positivas.

2.2.1 INSTRUCCIÓN/CALIFICACIÓN/EVALUACIÓN DE LA TRIPULACIÓN

El piloto se encontraba habilitado, y con experiencia en la operación de aeronave BOEING B737-3K2, matrícula OB-2040-P, siendo entrenado en el Simulador de Vuelo en el mes de mayo del 2014, y los siguientes entrenamientos en simulador, en la cual demostraba estar apto y calificado en la aeronave BOEING B 737-300/400, no se encontró evidencia de curricula de entrenamiento en el simulador de vuelos que comprendiera aterrizajes en aeropuertos de altura y consecuentemente la instrucción y entrenamiento sobre las precauciones a tomar en cuenta sobre las velocidades de aproximación, aterrizaje y descenso indicada y sobre el terreno. El Piloto en ninguna de sus manifestaciones mencionó el conocimiento o implicancias de una técnica para el aterrizaje en campos especiales (de altura).

La probable falta de instrucción específica y el entrenamiento correspondiente para la aproximación en campos de altura, así como el conocimiento de la aplicación de una técnica para el aterrizaje que considere aterrizaje positivo; son los factores de carácter operacional que forman parte de la cadena de eventos que originaron la ocurrencia del accidente. Así mismo, al momento del accidente, el Piloto acreditaba el nivel 4, de competencia lingüística en el idioma inglés, que le permitió utilizar el Manual de Vuelo aprobada por la DGAC para la operación de la aeronave, impresa en idioma inglés, hecho que le otorgaba una herramienta para la aplicación de procedimientos para el aterrizaje y que probablemente no fueron adecuadamente utilizados.

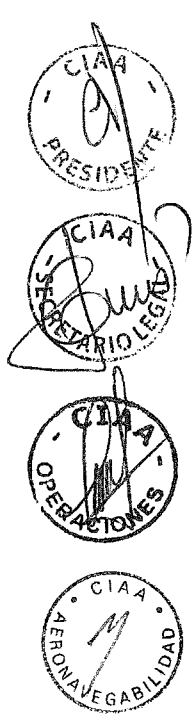
El Copiloto, disponía de la habilitación en la aeronave BOEING B737-3K2, matrícula OB-2040-P, y fue entrenado en Simulador de Vuelo en el mes de junio del 2015, recibiendo la certificación de apto y calificado en la aeronave BOEING B 737, en función de copiloto.

El Piloto y Copiloto se encontraban con la habilitación y experiencia para la operación del OB-2040-P, sin embargo, no se encontró evidencia que acreditara la instrucción en campos de altura, ni el silabo de instrucción desarrollada para tal efecto; tanto en sus legajos que se mantienen en el Departamento de Licencias de la Dirección de Seguridad Aeronáutica de la DGAC, así como la información provista por la compañía Peruvian Air Line SAC.

2.2.2 PROCEDIMIENTOS OPERACIONALES

Al no disponer de la información del registrador de voz "Cockpit Voice Recorder CVR", debido a la falla de este equipo, no se pudo establecer si la tripulación realizó los procedimientos establecidos por el fabricante para la operación de la aeronave. Sin embargo, los datos obtenidos del registrador de vuelo "Flight Data Recorder FDR", permitió reconstruir el vuelo y establecer la magnitud de los diferentes parámetros de vuelo grabados cada segundo.

Considerando el Peso de la aeronave al aterrizaje y los parámetros de velocidad de referencia, esta fue 143 nudos (V_{ref}), y tomando en cuenta lo establecido en el Manual de Procedimientos Estándar de Operación SOP, página 3-01-3 de la compañía Peruvian Air Line SAC., considera para una aproximación estabilizada una velocidad sobre la senda de planeo de una velocidad equivalente a la Velocidad de referencia (V_{ref}) +10; sin embargo, debajo de los 1000 pies de radio altitud, la velocidad promedio calculada por computadora de la aeronave OB-2040-P fue de 165 nudos ($V_{ref} +22$), y la alcanzada fue de 179 nudos ($V_{ref} +36$) antes de efectuar la maniobra del



"flare"², estas magnitudes de velocidad mayores a las establecidas en los SOP, son consideradas como indicios de una aproximación desestabilizada.

En las condiciones mencionadas en el párrafo anterior, la aproximación final fue realizada por el Piloto manualmente y realizó la maniobra flare a los 95 pies de altitud (Restablecida alta), como se muestra en el Gráfico N° 5. Luego de esta maniobra la velocidad calculada de contacto con la pista fue de 162 nudos ($V_{ref} + 19$) y la velocidad sobre el terreno alcanzó los 200 nudos, ver el Gráfico N° 5. La velocidad vertical de descenso alcanzó los 0.5 pies por segundo (30 pies por minuto), ver el Gráfico N° 7, en lugar de efectuar un contacto "positivo" con un régimen de descenso de 800' a 1000' por minuto, lo cual permite que el Upper y Lower torsión link se comprima y permita actuar al amortiguador evitando el efecto del "Shimmy"

Las dos condiciones de: velocidad mayor de aproximación y contacto sobre el terreno, y baja velocidad de descenso son condiciones no adecuadas para un aterrizaje seguro como lo expresa el fabricante en el Manual de entrenamiento de las tripulaciones "737 CL Flight Crew Training Manual" (FCTM).

La maniobra Flare, fue realizada con mucha antelación al parámetro recomendado por el fabricante, que debe realizarse entre los 20 y 10 pies sobre el terreno. El hecho de haberlo realizado a esta altura implicó que la aeronave mantuviera una menor velocidad de descenso, la aeronave flotara más tiempo e hiciera contacto con el terreno muy suavemente y a 200 nudos de velocidad sobre el terreno.

Momento en el que se efectuó el inicio de la maniobra del flare

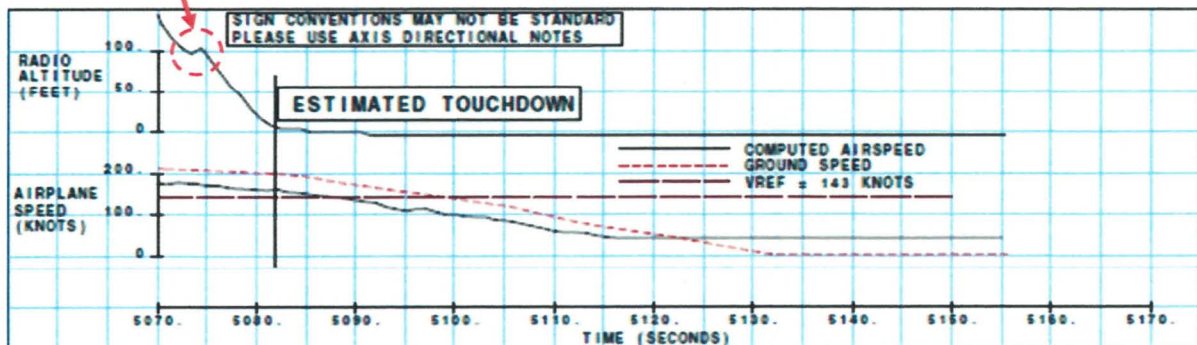


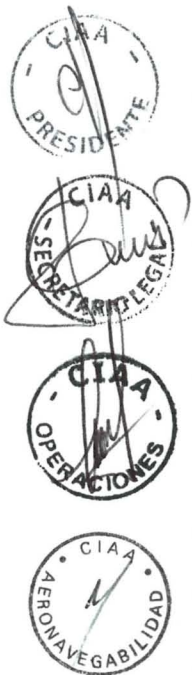
Gráfico N° 5

En el Gráfico N° 5, también se observa las tres velocidades que sostuvo el OB-2040-P antes, durante y en el aterrizaje, siguiendo la escala de tiempo:

- En el tiempo 5080 segundos, mantuvo una velocidad sobre el terreno de 200 nudos, Velocidad calculada de 165 nudos y V_{ref} de 143 nudos.
- En el tiempo 5082, hace contacto en la pista de aterrizaje, a una velocidad sobre el terreno de 198 nudos, Velocidad calculada de 165 nudos y V_{ref} de 143 nudos.

En el Gráfico N° 6, gráfica "LATERAL ACCELERATION (g's)", se muestra en el tiempo 5084, la aparición de aceleraciones laterales en la aeronave, que evidencian el momento que empieza el efecto "Shimmy" y progresa hasta volverse en aceleraciones laterales descontroladas. Y en intervalo de tiempo de 5125 a 5128 segundos, se produce la rotura de los elementos

² Maniobra de cabreo que se realiza en la parte final de la aproximación para disminuir la velocidad vertical de descenso y posicionar la aeronave sobre la pista en el punto de contacto.



estructurales de sujeción del tren principal derecho, y la aeronave OB-2040-P, aun con movimiento sigue experimentando el efecto Shimmy hasta que se detiene y desaparece el fenómeno como se observa en el momento 5130 segundos.

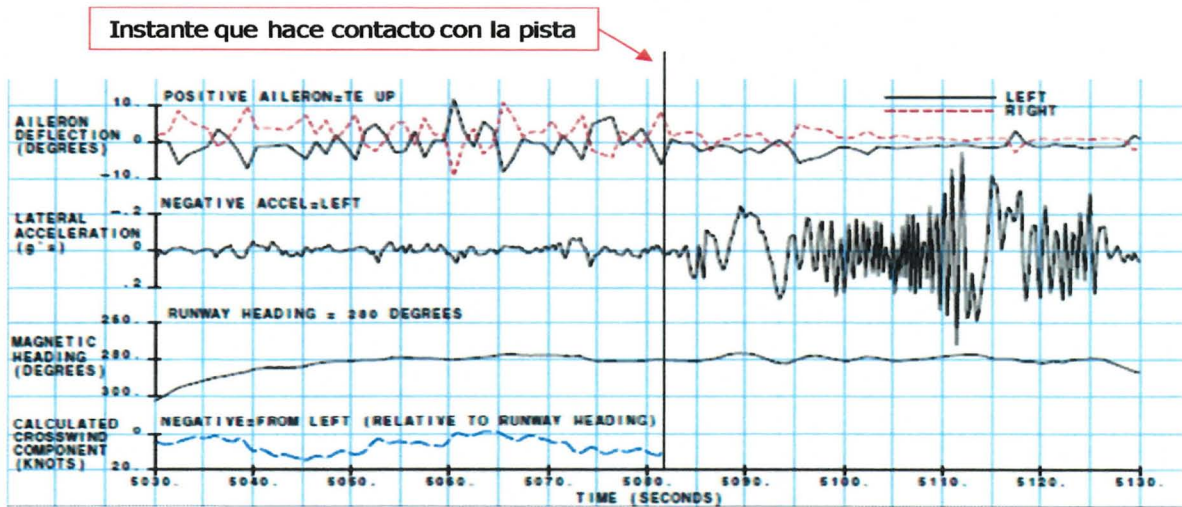


Gráfico N° 6

En la Gráfica N° 7, gráfico "CALCULATED VERTICAL SPEED", se observa que la velocidad vertical de descenso, con la que el OB-2040-P, hace contacto con la pista de aterrizaje, tiene un valor de 0.5 pies por segundo (30 pies por minuto), lo que indica que este tipo de aterrizaje tiene la característica de un aterrizaje suave.



Gráfico N° 7

Los parámetros graficados del aterrizaje realizado por el Piloto, establecen que:

- La aproximación realizada por el Piloto fue manual.
- La maniobra de flare fue iniciada a 95 pies de altura, provocando una extendida maniobra de flare, una elevada velocidad calculada y sobre el terreno, que combinada con una velocidad de descenso al contacto con la pista menor a 0.5 pies por segundo (30 pies por minuto).
- En las condiciones anteriores a los 03 segundos después del contacto con la pista, se presentó los primeros indicios del efecto "Shimmy", y el amortiguador de este efecto no fue eficaz en disiparlo, convirtiéndose en un movimiento lateral descontrolado.
- El Tren Principal Derecho colapso aproximadamente a los 48 segundos después del contacto de la aeronave con la pista de aterrizaje, cuando la aeronave ya se desplazaba a baja velocidad sobre el terreno.

Sección de sellos oficiales de la CIAA:

- Presidencia (CIAA PRESIDENTE)
- Secretaría Legal (CIAA SECRETARÍA LEGAL)
- Operaciones (CIAA OPERACIONES)
- Seguridad de la Vuelo (CIAA SEGURIDAD DE LA VUELO)

Los datos analizados del FDR, que establecen la forma como se realizó el aterrizaje el OB-2040-P el día del accidente en el aeropuerto del Cuzco, no se ajusta a lo establecido en el Manual de entrenamiento de las tripulaciones "737 CL Flight Crew Training Manual" (FCTM), en el cual se establece los procedimientos para realizar la maniobra de flare, la cual debe iniciarse a unos 20 pies de altura y alcanzar un ángulo de 2 a 3 grados y una disminución progresiva del acelerador a mínimo para que la aeronave descienda a una velocidad de descenso no mayor de 1000 pies por minuto (Contacto positivo), y en caso que la aproximación sea desestabilizada recomienda una ida de largo.

Este análisis permite deducir que la aeronave OB-2040-P, da inicio a la aproximación de manera desestabilizada y la técnica de aterrizaje (maniobra Flare) realizada por el Piloto del OB-2040-P, no fueron realizados de acuerdo a los procedimientos establecidos por el fabricante, que deben ser aplicados durante la fase de aterrizaje. Esta cadena de eventos provocados por la aproximación desestabilizada y la técnica de aterrizaje aplicada por el Piloto (inicio del Flare muy alto), influyeron y forman parte de la cadena causal del accidente.

De todo lo analizado; el error hallado en la traducción de las "Recomendaciones para Realizar Aproximación Estabilizada", en el Manual de Procedimientos de Operación Estándar SOP., de la compañía Peruvian Air Line SAC.; este error consigna como velocidad de descenso 100 pies por minuto, en lugar de 1000 pies por minuto (que es lo adecuado), el cual de ser tomado en cuenta por las tripulaciones de vuelo, probablemente, induciría a confusión. Sin embargo, este efecto se descarta al comprobar que el Piloto y Copiloto tiene el nivel de competencia lingüística 4 del idioma inglés, que les posibilita, interpretar los procedimientos escritos en el idioma inglés por el fabricante.

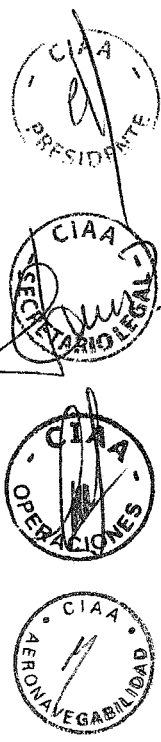
Este hallazgo fue comunicado de inmediato a la DGAC a fin tomara acciones inmediatas para la corrección. Adicionalmente, al revisar la normatividad sobre la formulación de estos manuales se encontró que deben ser elaborados en el idioma Español, y no se encontró un marco de procedimientos que regule la traducción del idioma inglés al español. Asimismo, durante las indagaciones realizadas por esta Comisión no se encontró regulaciones, normas o procedimientos para la certificación o autoridad que revise y/o apruebe la traducción. Este hallazgo se constituye en un vacío de normatividad sobre la traducción de procedimientos de operación de las aeronaves del modelo BOEING 737-300/400/500, que incluye a la aeronave matrícula OB-2040-P.

2.2.3 CONDICIONES METEOROLÓGICAS

Las condiciones meteorológicas al momento del accidente, influenciaron la aproximación del OB-2040-P, las cuales fueron compensadas por la aproximación manual que hizo el Piloto, en el Gráfico N° 2, Graficas "WIND DIRECTION", "WIND SPEED", "CALCUTATED HEADWIND COMPONENT"; "CALCULATED CROSSWIND COMPONENT", se establece que:

- La dirección es variable del viento, primero proviene del Norte luego del Sur. De cola y luego de nariz.
- El Viento alcanza velocidades variables de 0 a un máximo de 18 nudos.
- Hace contacto con la pista de aterrizaje del aeropuerto del Cuzco con un viento de cola de 2 nudos.
- Y durante el aterrizaje el OB-2040-P experimentó un viento cruzado de 10 nudos de izquierda.

La NTSB y el fabricante de la aeronave establecen en sus manuales que, si la maniobra de aproximación es desestabilizada, hasta los 1000 pies, por algunos de estos efectos, puede realizar el procedimiento de la ida de largo, hecho que no fue tomado en cuenta por el Piloto,



probablemente, porque consideró que las variables de variación y velocidad del viento no afectaron la aproximación manual que realizaba en el OB-2040-P, antes del aterrizaje y sucediera el accidente. Adicionalmente, en las declaraciones testimoniales hechas por el Piloto y Copiloto, no mencionaron haber tenido perturbaciones de viento durante la aproximación por lo que se deduce que este factor meteorológico, no fue de consideración al momento de realizar la aproximación del OB-2040-P a la pista del aeropuerto de la ciudad de Cuzco.

Las condiciones meteorológicas, relacionados al viento, dirección y las velocidades con las que actuaron sobre el OB-2040-P, no forman parte de la cadena causal ni contribuyente para la ocurrencia del accidente del OB-2040-P.

2.2.4 COMUNICACIONES

Las comunicaciones fluyeron de manera adecuada entre la aeronave de matrícula OB-2040-P y la torre de control del Aeropuerto del Cuzco en la frecuencia de 118.1Mhz, sin interrupciones. La tripulación del OB-2040-P reporto la emergencia de acuerdo a los procedimientos establecidos, dando cumplimiento a las Regulaciones Aeronáuticas del Perú (RAP) y Manual de Vuelo de la aeronave. Se activó el Plan de Emergencia del Aeropuerto del Cuzco, mediante el cual se implementaron las acciones necesarias para afrontar las consecuencias imprevistas que ocasiona el accidente del OB-2040-P. No se considera que las comunicaciones formen parte de la cadena causal del accidente.

2.2.5 AYUDAS PARA LA NAVEGACIÓN

No se encontró evidencia que las ayudas a la navegación formen parte de la cadena causal del accidente, los equipos operaron de manera adecuada y la información otorgada por la Torre de Control, fue entregada a la tripulación del OB-2040-P, en las fases de aproximación y aterrizaje.

2.2.6 REGISTRADORES DE VUELO

A) COCKPIT VOICE RECORDER

La aeronave, se encontraba equipada con una grabadora de voz, la cual no registró las conversaciones de los tripulantes en la cabina del OB-2040-P, y se encontró las conversaciones de otros vuelos, por lo tanto, no se dispuso de esta grabación. Este hallazgo posterior al accidente, expone que los procedimientos de prevuelo, y chequeo rutinario de este equipo no fueron realizados de manera eficaz, en la compañía Peruvian Air Line SAC., no se encontró evidencia de utilización de estos equipos para un posterior análisis de los vuelos realizados por el OB-2040-P y de las diferentes tripulaciones que operaron la aeronave; sin embargo, las evidencias extraídas de los reportes de la tripulación de vuelo, así como al analizar las fases de la operación de vuelo (aproximación y aterrizaje) con los datos obtenidos del FDR, se evidenció los procedimientos aplicados por el Piloto en el aterrizaje.

B) FLIGHT DATA RECORDER

La aeronave, se encontraba equipada con la grabadora de parámetros de vuelo, y los datos extraídos fueron de fundamental ayuda en la presente investigación.

Adicionalmente al hallazgo del no funcionamiento del CVR y el funcionamiento del FDR, la compañía Peruvian Air Line SAC., no utiliza la información provista por estos equipos para el control, supervisión y mejoras de los procesos operacionales que los pilotos realizaron el OB-



2040-P y en las otras aeronaves de la compañía. El empleo de la información obtenida de estos equipos hubiera sido de fundamental ayuda para la Seguridad Operacional de la Compañía y de las operaciones aéreas comerciales que realiza; y probablemente hubiera evitado la ocurrencia del accidente del OB-2040-P.

2.2.7 EMERGENCY LOCATOR TRANSMITTER – ELT

La unidad de ELT., del OB-2040-P, no se activó, en vista que los efectos de los movimientos laterales ocasionados por el efecto "Shimmy", no generó la suficiente cantidad de gravedades para activar los sensores del equipo ELT.

2.3 AERONAVE

EVALUACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DE MANTENIMIENTO.

La documentación técnica revisada de los trabajos efectuados en los componentes estructurales del sistema Shimmy Damper, el control de las tolerancias de desgaste, la inspección y mantenimiento programado de dichos elementos y conjuntos revelan que el proceso de mantenimiento realizado en estos elementos, cumplían los procedimientos establecidos por el fabricante.

Se hizo una verificación de campo del proceso completo de inspección mantenimiento y reparación de los Torsion Link Upper y Lower, así como las calibraciones del Shimmy Damper, encontrándose dentro de los parámetros establecidos por el fabricante y la demostración del personal de mantenimiento que comprendía y aplicaba los procedimientos de mantenimiento de manera adecuada.

No se encontró evidencias ni se atribuye que la inspección, mantenimiento y reparación de estos componentes y sistemas de amortiguación del Shimmy hallan estado funcionando inadecuadamente por procedimientos incorrectamente aplicado sobre los mismos; por lo que se descarta que este factor sea parte de la cadena causal del accidente.

DAÑOS A LA AERONAVE

La aeronave Boeing 737-3K2, matrícula OB-2040-P, sufrió daños estructurales importantes en la zona del fuselaje, trenes principales, motor N° 2, y otros sistemas que estarán sujetos a la evaluación de la autoridad aeronáutica DGAC. El daño ocasionado en la aeronave reviste magnitud que clasifica el presente suceso como un accidente de acuerdo a la definición contenida en el Anexo 13 de la OACI y de Anexo técnico de la CIAA.

2.4 FACTORES HUMANOS

2.4.1 FACTORES SICOLÓGICOS Y FISIOLÓGICOS QUE AFECTABAN AL PERSONAL

Al momento del accidente, según el certificado médico vigente, el piloto y el Copiloto no presentaba problemas psicológicos y/o fisiológicos que pudieran haber limitado su capacidad para la toma de decisiones o para la operación de la aeronave. Por lo que se descarta que la condición Psicológica y Fisiológica forme parte de la cadena causal del accidente.

2.5 SUPERVIVENCIA

Una vez detenida la aeronave, en la pista de aterrizaje, el Piloto dio la orden de evacuación el



cual se realizó por la puerta delantera lado derecho, desplegando un tobogán de supervivencia, el cual permitió la evacuación de la aeronave de todos los pasajeros y tripulantes. Durante la inspección del interior de la aeronave se encontró que todos los cinturones de seguridad estuvieron operando correctamente y no se activó el sistema de oxígeno de emergencia. Todos los ocupantes de la aeronave matrícula OB-2040-P, desembarcaron por sus propios medios sin sufrir lesiones.

2.6 INVESTIGACIONES RELACIONADAS AL ACCIDENTE DEL OB-2040-P

Los estudios realizados por la compañía BOEING CORPORATION, y la Entidad de Investigación de accidente de Sudáfrica, coinciden en que uno de los factores que provoca la aparición del efecto Shimmy en los trenes principales de las Aeronaves B 737-200/300/400/500, se relaciona al área de operaciones a las técnicas y el control sobre las velocidades de aterrizaje, y que cobra mayor importancia cuando estos se realizan en campos de altura en el cual la Velocidad Calculada se diferencia notoriamente de la Velocidad sobre el terreno.

La información obtenida del FDR estableció que el accidente del OB-2040-P, se presentó en la condición de aterrizaje con baja velocidad vertical. Este tipo de aterrizaje es muy probable que no permita la actuación eficaz del Shimmy Damper, debido a que el Upper y Lower Torsión Link permanecen extendidos, reduciendo la eficiencia de la amortiguación de la torsión fluctuante del conjunto de ruedas del tren principal. Coincidentemente se relaciona al accidente investigado en el Estado de Sudáfrica en el cual se demostró que este se originó por un aterrizaje en el cual previamente se efectuó la maniobra de "Flare" muy alto, con una velocidad resultante elevada, lo que provocó una baja velocidad de descenso al momento de contacto con la pista la aeronave experimentó una excesiva vibración y posterior falla del tren principal izquierdo debido al efecto Shimmy". El accidente del OB-2040-P, ocurrió bajo similares condiciones.

-----0-----



3. CONCLUSIÓN

3.1 CONSTATAACIONES

El Piloto se encontraban en condiciones Psicofísicamente aptos, para efectuar la operación de la aeronave BOEING B737-3K2, matrícula OB-2040-P, cuando sucedió el accidente el día 23 de octubre del 2015.

El Piloto fue instruido y entrenado en el Simulador de vuelo, y no se encontró evidencia en la capacitación, que comprendiera la práctica de aterrizajes en aeropuertos de altura, con énfasis en el control de las velocidades de aterrizaje (velocidades calculadas y sobre el terreno).

El Copiloto se encontraba en condiciones Psicofísicamente apto para realizar operaciones aéreas en la aeronave BOEING B737-3K2, matrícula OB-2040-P, en función de Copiloto, cuando ocurrió el accidente el día 23 de octubre del 2015.

No se encontró evidencias sobre la instrucción del Copiloto, que fuera instruido y entrenado en el Simulador de vuelo, en aterrizajes en aeropuertos de altura

El Piloto dio inicio a la Fase de aproximación de la aeronave OB-2040-P, a velocidades mayores que las establecidas en el Manual de Procedimientos Estándar de Operación SOP, que evidencian una aproximación desestabilizada.

No se dispone de un marco normativo o regulatorio para la revisión, aprobación y establecimiento de autoridad competente que revise, certifique y apruebe las traducciones de manuales de vuelo para empleo en operaciones aéreas.

El Piloto al mando de la aeronave OB-2040-P, no aplicó los procedimientos adecuados en la maniobra Flare para conducir la aeronave al aterrizaje en la pista del aeródromo del Cuzco, la cual la inicio a una mayor altura que la establecida por el fabricante de la aeronave (Restablecida alta).

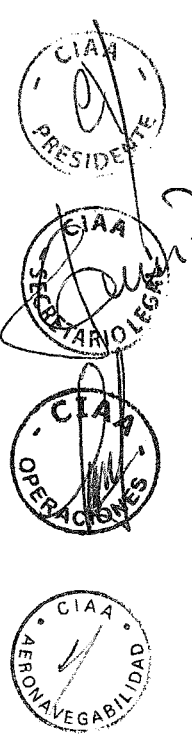
La maniobra flare aplicada por el Piloto, provocó una elevada velocidad resultante sobre el terreno y una menor velocidad vertical del descenso, lo que hizo que la aeronave realice un contacto suave con la pista y no permitió la actuación eficaz del Shimmy Damper.

El Efecto Shimmy se presentó en las ruedas del Tren Principal Izquierdo, y provoco una oscilación cada vez mayor, que ocasiono la rotura de los elementos estructurales del Tren Principal Derecho.

La información obtenida del FDR del OB-2040-P permito establecer la cadena causal del accidente. La ausencia de la información del registrador del CVR evidencio la falla del sistema de inspección y mantenimiento de este equipo por parte de la compañía operadora.

Los registradores de vuelo del OB-2040-P no fueron utilizados anteriormente por el operador para establecer medidas proactivas en la operación de este tipo de aeronave e implementar un proceso de Análisis de performances de vuelo de las aeronaves de la compañía.

Los procesos de Inspección y Mantenimiento de los Shimmy Damper y elementos estructurales de este sistema fueron revisados y evidenciaron haber sido cumplidos de acuerdo a los procedimientos establecidos por el fabricante.



Las investigaciones realizadas por el Estado de Sudáfrica, y el Fabricante de la aeronave de accidentes similares al ocurrido en el OB-2040-P, evidencian que el efecto Shimmy se presenta en las aeronaves BOEING 737-200/300/400/500, bajo tres condiciones operacionales, un inicio a mayor altura de la maniobra Flare, velocidad resultante de la aeronave mayor de la establecida por el fabricante y por una baja velocidad de contacto con la pista, que resulta en un aterrizaje suave sobre la pista y provoca la ineficiencia del SHIMMY DAMPER.

La aeronave Boeing 737-3K2, matrícula OB-2040-P, sufrió daños sustanciales en sus estructuras, y durante el accidente no resultó lesionado ninguno de sus pasajeros ni tripulantes.

3.2 PROBABLES CAUSAS Y FACTORES CONTRIBUYENTES

La Comisión de Investigación de Accidentes de Aviación del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, determina la probable causa del accidente probables factores contribuyentes, como sigue a continuación:

CAUSA

Aproximación desestabilizada e inadecuada técnica de aterrizaje en campos de altura, que resulto en mayor velocidad de aterrizaje, el inicio de la maniobra Flare a mayor altura, y baja velocidad de descenso, lo que hizo que la aeronave OB-2040-P hiciera contacto suave con la pista de aterrizaje, ocasionando la ineficacia del funcionamiento del amortiguador del efecto Shimmy, que no evito la oscilación descontrolada de las ruedas del Tren Principal Izquierdo, y que finalmente provocó la rotura del Principal Derecho.

FACTORES CONTRIBUYENTES

- Falta de Instrucción y Entrenamiento, en simuladores que comprendan las Técnicas y Maniobras de aterrizaje en campos de altura, con énfasis en el control de velocidad al aterrizaje.
- Falte de un proceso de análisis de performances, mediante el uso de los registradores de vuelo u otros equipos instalados de grabación de datos y parámetros de vuelo, por parte de la compañía operadora, que permita la supervisión, control y medidas correctivas, en el empleo operacional de sus aeronaves.

-----0-----



4. RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD

4.1 A la compañía PERUVIAN AIRLINES SAC.

Que el operador, lleve a cabo un programa de Instrucción y Entrenamiento del Personal de Pilotos, que comprenda la instrucción y entrenamiento en las maniobras de aterrizaje en campos de altura, con especial énfasis en la maniobra de Flare, precaución sobre el control de las velocidades de aterrizaje en esos campos, la precaución sobre el control de la velocidad de descenso y el contacto positivo sobre la pista de aterrizaje, basados en los procedimientos establecidos por el fabricante de la aeronave.

Implementar un proceso que permita el análisis de las performances de cada aeronave del explotador, utilizando los datos e información de los Registradores de Vuelo u otros equipos de grabación incorporados en las aeronaves que opera; y le permita supervisar, controlar y aplicar las medidas correctivas cuando los estándares de operación se diferencian de los establecidos por el fabricante de la aeronave.

Efectuar la revisión y corrección de los parámetros de velocidad de descenso en la Fase de aproximación, establecidos en el Manual de Procedimientos Estándares de Operación de la compañía.

4.2 A la Dirección General de Aeronáutica Civil

Supervisar la implementación de un programa de instrucción y entrenamiento del Personal de Pilotos de acuerdo a lo recomendado al Operador.

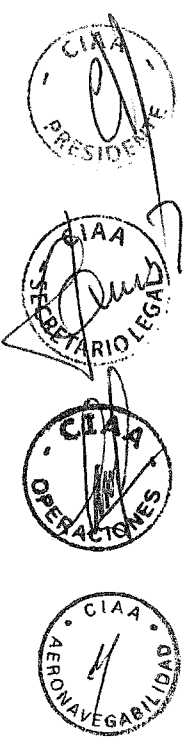
Que elabore un método o procedimiento, aplicable a la Supervisión, control y archivo de los sílabos de instrucción, los que deben contener la instrucción y entrenamiento de los Tripulantes Técnicos de vuelo (Piloto y Copiloto), en las Técnicas y Maniobras para el aterrizaje en campos de altura, tanto en la instrucción en tierra como simulado, de acuerdo a los estándares de operación establecidos por el fabricante. Los cuales deben estar insertados en los legajos del Departamento de Licencias, por cada Piloto de la compañía operadora.

Supervisar la implementación del Proceso de Análisis de las Performances de las operaciones aéreas, utilizando la información y datos de los registradores de vuelo u otros equipos de grabación que contengan las aeronaves del operador, y que se realicen de acuerdo a lo establecido por el fabricante de la aeronave.

Supervisar la revisión y corrección de los parámetros de velocidad de descenso en la Fase de aproximación, que realice la compañía en el Manual de Procedimientos Estándares de Operación SOP.

Que revise el marco regulatorio en la RAP 121, Capítulo E, sobre la formulación de los Manuales de Operaciones y el idioma de explotación de los mismos, y establezca los procedimientos para la traducción, revisión, aprobación y/o certificación por autoridad competente, según corresponda.

-----0-----

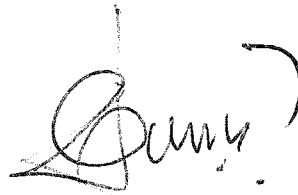


COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES DE AVIACIÓN - CIAA

FIRMAS:



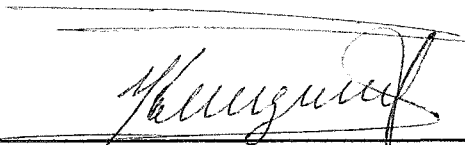
**CARLOS HERNÁN ILLANES CALDERÓN
PRESIDENTE DE LA CIAA**



**JAIME VILLANUEVA COLLAZOS
MIEMBRO DE LA CIAA – SECRETARIO LEGAL**



**PEDRO AVILA Y TELLO
MIEMBRO DE LA CIAA – OPERACIONES**



**HUGO TORRES PAREDES
MIEMBRO DE LA CIAA – AERONAVEGABILIDAD**