



INFORME FINAL DE ACCIDENTE

Accidente ocurrido el día 05 de Mayo de 2010 a la aeronave Embraer 145 LR, Matrícula HK 4536 en Aeródromo Fabio León Bentley (Mitú - Vaupes, Colombia).



**Unidad Administrativa Especial
Aeronáutica Civil de Colombia**



Libertad y Orden

Handwritten signature or initials.



ADVERTENCIA

El presente informe es un documento que refleja los resultados de la investigación técnica adelantada por la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, en relación con las circunstancias en que se produjeron los eventos objeto de la misma, con causas y consecuencias.

De conformidad con los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia (RAC) Parte Octava y el Anexo 13 de OACI, “El único objetivo de las investigaciones de accidentes o incidentes será la prevención de futuros accidentes o incidentes. El propósito de ésta actividad no es determinar culpa o responsabilidad”.

Consecuentemente, el uso que se haga de este Informe Final para cualquier propósito distinto al de la prevención de futuros accidentes e incidentes aéreos asociados a la causa establecida, puede derivar en conclusiones o interpretaciones erróneas.



GLOSARIO

AFM:	Manual de Vuelo de la Aeronave
AGL:	Sobre el nivel del Suelo
AIP:	Publicación de Información Aeronáutica
ALA:	Accidentes en Aproximación y Aterrizaje
ALAR:	Programa de Reducción de Accidentes en Aproximación y Aterrizaje
ALT:	Altitud
AOM:	Manual de Operación de la Aeronave
APAPI:	Indicador Auxiliar de Trayectoria de Aproximación de Precisión.
APV:	Aproximación con Guía Vertical
ATC:	Control de Tránsito Aéreo
CANPA:	Aproximación de No Precisión de Ángulo Constante
CBT:	Entrenamiento Basado en Computadores
CDFA:	Aproximación Final en Descenso Continuo
CDO:	Certificado de Operación
CENIPA:	Centro de Investigación y Prevención de Accidentes Aeronáuticos
CFIT:	Vuelo Controlado Hacia el Terreno
CRM:	Manejo de Recursos de Tripulación
CVR:	Grabadora de Voces de Cabina
DME:	Equipo Medidor de Distancia
EGPWS:	Sistema de Alerta de Proximidad al Terreno Mejorado
ELT:	Equipo Localizador de Emergencia
ERJ:	Embraer Regional Jet
F/A:	Auxiliar de Vuelo
FAC:	Fuerza Aérea Colombiana
FAF:	Fijo de Aproximación Final
FAP:	Punto de Aproximación Final
FD:	Director de Vuelo
FDR:	Registrador de Datos de Vuelo
FL:	Nivel de Vuelo
FLOW:	Gestión de Afluencia de Tráfico Aéreo

Handwritten signature or initials.



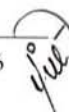
FMA:	Anunciador de Modos de Vuelo
FMS:	Sistema de Gestión de Vuelo
FO:	Primer Oficial
FPA:	Ángulo de la Senda de Vuelo
FPL:	Plan de Vuelo
g:	Fuerza de la Gravedad
HAT:	Altura Sobre el Umbral
HDG:	Rumbo
HSI:	Indicador de Situación Horizontal
IAF:	Fijo de Aproximación Inicial
IET:	Instructor de Tierra
IFR:	Reglas de Vuelo por Instrumentos
ILS:	Sistema de Aterrizaje por Instrumentos
IMC:	Condiciones Meteorológicas Instrumentales
IOE:	Experiencia Operacional Inicial
IVA:	Instructor de Vuelo de Avión
KIAS:	Nudos Indicados
LDA:	Distancia Disponible de Aterrizaje
LNAV:	Navegación Lateral
LOC:	Localizador
LOFT:	Entrenamiento Orientado a la Línea de Vuelo
LSP:	Piloto de la Silla Izquierda
LVP:	Procedimientos de Baja Visibilidad
LW:	Peso de Aterrizaje
MAC:	Cuerda Aerodinámica Media
MAP:	Modo Mapa
MAPt:	Punto de Aproximación Frustrada
MDA:	Altitud Mínima de Descenso
MEL:	Lista de Equipo Mínimo
METAR:	Reporte Meteorológico de Aeródromo
MFD:	Pantalla Multifunción
MGO:	Manual General de Operaciones



MHz.:	Megahercios
MNRP:	Manual de Normas Rutas y Procedimientos ATS
MORA:	Altitud Mínima Fuera de Ruta
MP:	Piloto Monitoreando
MSA:	Altitud Mínima de Sector
MSL:	Nivel Medio del Mar
NI:	Porcentaje de RPM del Generador de Gas
NAV:	Navegación
ND:	Pantalla de Navegación
NDB:	Radiofaro No Direccional
NM:	Milla Náutica
NOTAM:	Aviso a los Aviadores
OACI:	Organización de Aviación Civil Internacional
OIA:	Oficina de Información Aeronáutica
PANOPS:	Procedimientos Para la Navegación Aérea - Operaciones
PAX:	Pasajeros
PCA:	Piloto Comercial de Avión
PF:	Piloto Volando
PIC:	Piloto al Mando
POE:	Procedimientos de Operación Estándar
POI:	Inspector Principal de Operaciones
PTL:	Piloto de Transporte de Línea
QNH:	Altitud Sobre el Nivel del Mar
QRH:	Manual de Referencia Rápida
RAC:	Reglamentos Aeronáuticos de Colombia
RESA:	Área de Seguridad de extremo de pista
REV:	Reversa
RSP:	Piloto de la Silla Derecha
RVSM:	Mínimos de Separación Vertical Reducidos
SOP:	Procedimientos Estándar de Operación
STAR:	Llegada Normalizada
TBN:	A Ser Notificado



TCAS:	Sistema Anticolisión de Tráfico A Bordo
UAEAC:	Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil
VAPP:	Velocidad de Aproximación
VDP:	Punto Visual de Descenso
Vf:	Velocidad Crítica de Hidroplaneo
VHF:	Muy Alta Frecuencia
VMC:	Condiciones de Vuelo Visuales
VNAV:	Navegación Vertical
VOR:	Radiofaro Omnidireccional de Muy Alta Frecuencia
VREF:	Velocidad de Referencia
WPT:	Punto de Recorrido



**SINOPSIS****Fecha y hora del Accidente**

Mayo 05 de 2010, 10:49HL

Lugar del AccidenteAeropuerto Fabio León Bentley
(Mitú – Vaupés, Colombia)**Aeronave**

Embraer 145 LR

Tipo de Operación

Transporte Aéreo Comercial de pasajeros

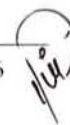
PropietarioServicio Aéreo a Territorios Nacionales
SATENA S.A**Explotador**Servicio Aéreo a Territorios Nacionales
SATENA S.A**Personas a bordo**Tripulación: 5
Pasajeros: 37**Resumen**

El 05 de Mayo de 2010, la aeronave Embraer 145LR, matrícula HK4536, estaba programada para efectuar vuelo regular entre Villavicencio (SKVV) y Mitú (SKMU) con 5 tripulantes y 37 pasajeros a bordo. A las 10:48HL, y en condiciones meteorológicas de lluvia fuerte, la aeronave aterriza por la pista 20 sentando ruedas aproximadamente a 650 metros del umbral. Durante la carrera de aterrizaje la tripulación nota que no entra el reverso derecho; vuelven a engancharlo sin obtener resultados satisfactorios; ambos aplican frenos pero la aeronave abandona la superficie asfaltada de la pista por la cabecera 02 cayendo a una hondonada de 4 metros de profundidad, finalizando su recorrido a 167 metros de la misma. La aeronave sufre daños importantes en el fuselaje, planos y trenes de aterrizaje. Los pasajeros evacuaron la aeronave por sus propios medios, no se presentaron lesionados a consecuencia del accidente ni durante la evacuación. No hubo incendio.

La investigación determinó que existió una salida de pista debido a que probablemente la aeronave se encontraba desestabilizada en la aproximación final cruzando el umbral de la pista 20° con aproximadamente 96 pies de altura, una velocidad de 139 KIAS, 77,3% de empuje y un alto régimen de descenso con la alarma EGPWS sonando.

El accidente fue notificado al Grupo de Investigación de Accidentes el 05 de Mayo de 2010 a las 11:00 HL. Los investigadores del grupo viajaron al lugar del accidente el mismo día, inspeccionaron la pista y los restos de la aeronave recuperando los registradores de vuelo. Se notificó el accidente al CENIPA¹ de Brasil participando éste como Estado de fabricación

¹ CENIPA – Centro de Investigaçã e Prevençã de Acidentes Aeronáuticos. Estado de Diseño y Fabricación de la aeronave – Anexo 13.





y diseño de la aeronave. Expertos de Embraer y Rolls Royce también proporcionaron asistencia durante la investigación.



Posición final de la aeronave

1. INFORMACIÓN FACTUAL

1.1 Antecedentes de vuelo

La tripulación accidentada compuesta por dos pilotos, un mecánico de vuelo y dos auxiliares de servicios a bordo, había sido programada para efectuar el 5 de mayo de 2010 los trayectos Bogotá (BOG) –Villavicencio (VVC) – Mitú (MVP) – Villavicencio (VVC) – Bogotá (BOG).

La aeronave despegó de BOG a las 08:56:06 y voló sin contratiempos hasta VVC aterrizando en el aeropuerto Vanguardia a las 09:24:54. Unos dos minutos más tarde la tripulación apagó los motores y se inició el tránsito con destino a MVP.

Durante el tránsito en VVC la tripulación inició lista de verificación para el encendido de los motores y de repente fue interrumpida por el ingreso del despachador en la cabina de mando quien informó al piloto que a bordo viajaba una carga viva² y que no existían NOTAM significativos. Seguidamente, el piloto y el despachador dialogaron sobre el retardo del itinerario a lo cual el Capitán mencionó que agilizaría el vuelo para cumplir con

² La Investigación determinó que a bordo se transportaba, aforado como carga, un animal vivo con destino al zoológico de Mitú.



el secuenciamiento otorgado por la oficina de Gestión de Afluencia de Tráfico Aéreo (FLOW) hacia BOG.

El piloto recibió entonces la información de despacho consistente en una copia del plan de vuelo, el reporte meteorológico (METAR) de MVP, el METAR del primer y segundo aeropuerto alternativo, los NOTAM del aeropuerto alternativo y el formato de peso y balance diligenciado. Al piloto no se le suministró información sobre vientos en altura.

A las 09:48:51 la tripulación recibió la autorización de despegar por la pista 05. El piloto transfirió el control al copiloto y la aeronave inició su carrera de despegue hacia Mitú estando en el aire a las 09:50:26.

La aeronave continuó su ascenso en ruta normalmente y a las 09:54:16, aún por debajo de los 10.000 pies, el piloto interrumpió la cabina estéril con comentarios ajenos al vuelo. El HK-4536 continuó su ascenso para el nivel de vuelo asignado FL330 (33.000 pies) con el Primer Oficial como piloto volando (PF) mientras el Capitán discutía sobre los tiempos de vuelo y lo apresurado del itinerario con el mecánico de a bordo que se encontraba sentado en la silla del observador³.

A las 10:02:14 y cuando pasaba el nivel de transición FL190, la aeronave fue transferida al Centro de Control de Área de Bogotá Sector SE en frecuencia 128,8 MHz. El ATC lo autorizó para nivel FL330 y le solicitó que llamara alcanzando su altitud de crucero.

El vuelo continuó sin contratiempos y a las 10:22:55 el piloto llamó al ATC para solicitar su descenso. Siete segundos más tarde el ATC le autorizó el descenso para nivel FL190 y transfirió la aeronave a la torre de control de Mitú: "18.1 con Mitú buen aterrizaje".

El MP llamó a la torre de control de Mitú en frecuencia 118,1 MHz, informó de su posición y solicitó continuar el descenso. El ATC le autorizó su descenso a discreción: "recibido 9634 continúe acercamiento a la estación QNH 3001 libre de tráfico, descenso a discreción del piloto, notifique 10 millas fuera". El piloto colacionó la instrucción pidiendo información de tráfico y un METAR de la estación. Para entonces la aeronave se encontraba a unas 80 millas náuticas de su destino.

A las 10:27:21 el Capitán anunció a la cabina de pasajeros que se ajustaran los cinturones de seguridad e inició la lista de verificación para el descenso DESCENT CHECKLIST. A las 10:27:55 el ATC llamó a la aeronave y le informó que al momento había lluvia leve sobre el aeródromo y la pista estaba mojada. El piloto respondió: "ok enterado, gracias".

Cuando el avión pasaba por 18.000 pies en descenso, el MP inició la lista de verificación de aproximación APPROACH CHECKLIST haciendo comentarios sobre las condiciones meteorológicas reinantes: "hora si apareció la pepita, ahí está véala...listo". El piloto verificó el FMS para ajustar el descenso y le insinuó al copiloto que la aeronave debería

³ SATENA. Como parte de su operación normal, lleva a bordo el mecánico de vuelo quien ocupa la silla del observador en la cabina de mando.



configurarse antes de lo establecido: *"dice que una rata de 2200 pies, apenas.... vamos a empezar a configurar antecitos"*. A continuación, el técnico de vuelo llamó la atención de la tripulación indicándole el mal tiempo.

A las 10:29:34 el piloto le recordó al copiloto que la pista estaba mojada y que efectuara un aterrizaje positivo: *"simplemente como está la pista mojadita...eh...el aterrizaje medio positivo sin que sea un crash y tan pronto aterricemos le subo flaps y ya"*. Y continuó haciendo mención a las condiciones meteorológicas: *"ahí está la pepita vea...divino el muñeco, ¡véalo, ahí está!"*.

El técnico de vuelo sentado en la silla del observador llamó la atención de la tripulación nuevamente indicándole de mal tiempo, esta vez el Capitán respondió: *"ah sí, pero no es factor, está a éste lado...gracias"*.

Cuando pasaron a través de los 10.000 pies de altitud, el PF anunció *"below ten thousand"* y enseguida el Capitán dio el anuncio a la tripulación de cabina para que se prepararan para aterrizar. Unos segundos más tarde, las auxiliares de vuelo continuaron con su anuncio respectivo.

El piloto ejecutó la lista de verificación para vuelo por debajo de los 10.000 pies BELOW TEN THOUSAND, y de acuerdo con el CVR, decidió continuar con la presentación del radar meteorológico en los instrumentos de su lado identificando el mal tiempo a la vez que le ordenaba al copiloto: *"la idea es bajarnos un poquito antes entonces para tener...estar medio configurados cuando lleguemos al final fix...mire, ahí está la pepa, vea"* Cinco segundos más tarde el piloto continuó: *"igual a esta altura ya nos toca enyardarla y mantener la...la aproximación instrumentos...a esta altura es la mera agua"*.

A las 10:32:28 el ATC llamó a la aeronave y antes de contestar el llamado el piloto afirmó: *"ah...¡se va a cerrar esta #!"* El ATC suministró entonces la siguiente información: *"para su información ahora...visibilidad notablemente reducida hacia aproximación 20, lluvia sobre el campo, prevea aproximación 02 continúe hacia el VOR notifique 10 millas fuera"* El piloto colacionó la información y le ordenó al copiloto: *"mantengamos la la aproximación normal"*. En el CVR se escuchó cuando el copiloto afirmó: *"02"* y unos segundos más tarde: *"si porque esta reducido y si no, no podríamos ir hacia el otro lado, nos tocaría que cambiar la pista"*.

Enseguida el Capitán llamó al ATC para preguntar la visibilidad al norte del aeródromo. La torre de control le respondió informándole que la visibilidad era ahora de 3.000 metros hacia el norte de la estación. Cuarenta segundos más tarde el piloto afirmó: *"el missed approach point esta a dos millas...o sea que no lo vamos a alcanzar a ver...déjelo ahí fresco"*, a su vez, el copiloto afirmó: *"¡está en todos los mínimos!"* y a las 10:34:24, el piloto le indicó al copiloto: *"vamos a bajarnos un poquito desde antes..."*. La aeronave inició su aproximación y el PF ordenó extender los Speed Brakes a la vez que repasó el procedimiento de aproximación frustrada. A las 10:35:37 el Capitán, quien aún era el MP, anunció: *"ok estamos a 8 millas, voy a bajar flaps, ¿ok?"* y seleccionó los flaps a 9°; el



copiloto respondió: "8 millas flaps niner". Una vez seleccionó los flaps a 9°, el piloto retractó los Speed Brakes.

Cuando se encontraba aproximadamente a 10 millas fuera de la estación, el Capitán llamó al ATC para notificar su posición. La torre de Mitú le respondió: "9634 recibido pista 20, viento en calma a la hora...notifique pista a la vista o prevea circular para 02". En ese momento la aeronave estaba volando hacia el fijo de aproximación final desde la ruta W-17.

A las 10:36:20 el técnico de vuelo recabó la atención de la tripulación nuevamente sobre el mal tiempo: "¡la pepa esta allá!".

A las 10:36:23 el copiloto ordenó el tren abajo y el técnico de vuelo volvió a mencionar el mal tiempo en el área: "¡la pepa esta allá!", el piloto respondió: "si hermano". El copiloto ordenó nuevamente el tren abajo y el piloto le respondió: "gear down...espérate un segundito" En ese momento el avión se encontraba cruzando el radial 345° a unas 7,8 millas del VOR MTU volando directo al Fijo de Aproximación Final (FAF) de la pista 20 y con rumbo 122°.

A las 10:36:38: el Capitán hizo un anuncio de 1.500 pies sobre el terreno y seleccionó los flaps a 22°. El copiloto, quien aún no los había comandado, confirmó la acción del MP: "flaps 22". Treinta segundos más tarde, el piloto le informó al copiloto que estaban a 3 millas fuera (del FAF) y le ordenó que siguiera la navegación lateral por el FMS: "...déjelo por FMS todo el rato ¿ok?" El copiloto inquirió: "¿hacemos FMS?".

A las 10:37:24 y cuando el avión cruzaba el radial 352° a unas 7,2 millas de MTU y 1.576 pies de altitud, el copiloto ordenó bajar los flaps a 45°. El piloto seleccionó los flaps a 45°. La velocidad aerodinámica en ese momento era de 140 nudos indicados (KIAS). Cuatro segundos más tarde, el comandante anunció: "flaps 45...¡póngale, póngale, póngale!". Para ese momento, la velocidad era de 129 KIAS. El copiloto solicitó la lista de verificación para antes del aterrizaje BEFORE LANDING CHECKLIST, el piloto respondió diciendo: "ok, QAP...no lleve tan arrastrado, déjele velocidad...déjelo ahí en 145".

A las 10:37:46 el Capitán llamó al ATC anunciando que estaban virando a tramo final al mismo tiempo que el PF ordenó: "vertical speed". El MP decidió ajustar 1.300 fpm y le ordenó al PF que continuara virando al tramo final de la aproximación.

A las 10:38:16 cuando la aeronave se encontraba a 6,5 mn de MTU cruzando el radial 001°, virando hacia la derecha a través de rumbo 139°, con 1.500 pies de altitud y 147 KIAS, el piloto exclamó: "ah no...eso esta bueno... fresco, vamos a bajar para 1.300, le voy a poner 800 pies de rata ¿ok?, go around altitude set...ah no mentiras la # aquí, 1.300...siga virando que ahí vamos bien, ahí va perfecto, ahí va perfecto." a los pocos segundos sonó el anuncio del EGPWS: "APPROACHING MINIMUMS". Dos segundos más tarde el capitán le ordenó al copiloto que mantuviera la altura y 145 KIAS.





La aeronave alcanzó la altura mínima de descenso (MDA) de 1.280 pies MSL a las 10:38:35, a unas 5.6 mn del VOR MTU cruzando el radial 009° y virando a la derecha a través de rumbo 179°. En ese momento sonó la ALARMA del EGPWS: “MINIMUMS MINIMUMS” y el Capitán mencionó: *“vamos a entrar ahorita en lluvia, mantenga la altura... es a 2 millas, estamos a 5 millas todavía”* El piloto continuó dando instrucciones a su copiloto de que mantuviera la altura y le pusiera más empuje a los motores. Cuando la aeronave se encontraba a 578 pies sobre el terreno (AGL), el piloto exclamó: *“estoy viendo que de pronto nos podemos abrir ahorita allí a la derecha”*. El copiloto respondió diciendo: *“...y hacerlo por la 02”*.

Los pilotos argumentaron sobre la navegación lateral, específicamente si la aeronave debía continuar con el piloto automático acoplado al FMS y el Capitán afirmó que el mal tiempo se encontraba sobre el aeropuerto.

A las 10:39:25 el piloto solicitó información de viento al ATC, quien respondió: *“a la hora viento en calma”*. Luego el piloto le ordenó al copiloto que alterara el rumbo hacia la derecha, que pasara a vuelo manual y se mantuviera a la derecha: *“...abrásé allá que esta visual, pásese de una vez, pásese a manual y abrase allá...”* El copiloto desenganchó el piloto automático diez segundos después y sonó la alarma respectiva. El Capitán continuó dando instrucciones a su copiloto sobre el curso que debería volar insistiendo en que se abriera hacia la derecha. Entonces, a las 10:39:46 el piloto decidió aproximar por la otra pista: *“¡abrase allá y nos metemos por el otro lado! si ¿si ve? manténgase visual con esta altura ¿listo?”*, cuatro segundos más tarde, el Capitán identificó visualmente la pista y le ordenó a su copiloto que efectuara un viraje de 360° por la derecha. El copiloto requirió confirmación de que el viraje era por la derecha a lo cual el piloto respondió afirmativamente.

La aeronave inició el viraje por la derecha ascendiendo ligeramente a 1.311 pies de altitud y 146 KIAS. El Capitán insistió en incrementar el empuje: *“¡póngale perrenque pelao!”*. El ERJ continuó su viraje de 360° para enfrentarse al rumbo de pista con el tren abajo y los flaps en 45°. El Capitán avistó la superficie de aterrizaje nuevamente haciendo referencia a la condición de pista mojada. El copiloto ordenó encender los limpiaparabrisas mientras el Capitán lo guiaba en el viraje continuado: *“directo al 9...ok siga virando pelao...194, va perfecto...siga virando...siga virando, ponga rumbo, cuando tenga rumbo 150 saca planos a nivel”*.

Cuando la aeronave pasaba por rumbo 140° el piloto ordenó sacar los planos a nivel y mantener el rumbo.

A las 10:41:25 el piloto exclamó afanadamente: *“¡ya la vi ya la vi!, ¿ya la vio allá? ¡véala, allá esta!, ¡siga!, ¡vaya virando, virando!”*. Para entonces, la aeronave volaba a 148 KIAS manteniendo 1.200 pies y con rumbo 140°. Tres segundos más tarde, el copiloto anunció que tenía la pista a la vista y ordenó seleccionar los limpiaparabrisas a máxima velocidad. La torre de control llamó a la aeronave y preguntó su posición. El piloto contestó que estaba en final corta y le ordenó al copiloto que virara ahora por la izquierda y luego pusiera los planos a nivel otra vez.





A las 10:41:43 el copiloto nuevamente pidió los limpiaparabrisas y sonó la alarma del EGPWS: "FIVE HUNDRED". El Capitán ordenó: "*¡bájese!... ¡no la vaya a perder!*". En ese momento, el copiloto le preguntó si tenía la pista a la vista, a lo cual él respondió afirmativamente. El copiloto exclamó entonces: "*entre los dos*".

A las 10:41:58 el ATC autorizó a aterrizar a la aeronave y el piloto le ordenó al copiloto que continuara descendiendo. La alarma de SINK RATE PULL UP, PULL UP del EGPWS comenzó a sonar y continuó sonando mientras la aeronave cruzó el umbral de la pista. Cuando se efectuó el enderezamiento para aterrizar, en el CVR se escuchó la voz del Capitán exclamando: "*¡téngalo atrás...esa vaina*".

La aeronave sentó ruedas a las 10:42:20 con una velocidad de 132 KIAS, los spoilers se extendieron y el copiloto aplicó el empuje reverso con ambas palancas de potencia. Las valvas del motor izquierdo se desplegaron normalmente. Los reversos del motor derecho permanecieron replegados. Al darse cuenta de lo anterior, el copiloto avanzó la palanca de potencia del motor derecho hacia la posición de 20° de recorrido; inmediatamente el NI del motor izquierdo comenzó a incrementarse y la palanca derecha fue retrocedida nuevamente hacia la posición reversa. Cinco segundos más tarde, la palanca de potencia del motor izquierdo fue avanzada hacia delante y luego hacia atrás nuevamente. El NI del motor derecho permaneció en ralentí.

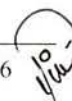
Un segundo antes de la toma de contacto, el copiloto comenzó a aplicar los frenos. Luego aflojó la presión en los pedales y volvió a presionarlos unos 8 segundos después de la toma de contacto. El Capitán aplicó los frenos un segundo después que la aeronave sentó ruedas y continuó presionando los pedales levemente hasta los 80 KIAS, luego soltó la presión y volvió a aplicarlos dos segundos después.

Cuando la aeronave se encontraba sobre la pista a una velocidad de 124 KIAS, el Capitán seleccionó los flaps de 45° a 9°.

Entre las 10:42:35 y las 10:42:43 ambos pilotos presionaron los pedales de freno mientras el motor izquierdo incrementó su empuje reverso hasta un 40% y luego disminuyó a ralentí. A las 10:42:44 la aeronave abandonó la superficie pavimentada de la pista a una velocidad de 52 KIAS, con rumbo magnético 165° alcanzando una aceleración longitudinal de -0.313 g.

Durante su desplazamiento por la zona de seguridad la aeronave recorrió 105 metros, pasó sobre la zona de seguridad, atravesó la malla perimetral del aeródromo, cruzó una carretera que bordeaba el perímetro del aeropuerto e impactó el terreno en varios puntos donde se desprendió el tren principal. A raíz de lo anterior, sonaron las alarmas de TAKE OFF CONFIGURATION en la cabina de mando.

La aeronave se detuvo a las 10:42:48 en coordenadas N 01°14'39.3" W 70°14'09.9" a una elevación de 549 pies, 4 metros por debajo del nivel de la pista 02.





Una vez se detuvo la aeronave, la auxiliar de vuelo llamó a la cabina de cabina pilotos por el intercomunicador. En la cabina de pasajeros, las auxiliares comenzaron a gritar sus comandos de evacuación: "*¡permanezcan sentados, permanezcan sentados!*" El técnico de abordaje salió de la cabina y comenzó a dar la orden de evacuar, mientras la auxiliar jefe de cabina continuó ordenando a los pasajeros que abandonaran el avión por ambos lados.

A las 10:43:49, el técnico de abordaje entró a la cabina de mando y le pidió al capitán que apagara los motores. Habían pasado 61 segundos desde que la aeronave se detuvo. El piloto respondió diciendo que ya había apagado los motores. Sin embargo, el sonido de las turbinas comenzando a apagarse se escuchó en el CVR a las 10:43:59.

Las auxiliares de vuelo continuaron evacuando los pasajeros y dirigiéndolos lejos de la aeronave: "*¡salgan! ¡salgan! ¡evacuar, evacuar! ¡salgan, salgan!...¡salgan por acá!...¡aléjense del avión, aléjense del avión!*". Entre tanto, en la cabina de mando se escuchó al ATC activando el plan de emergencia. No se escuchó en el CVR a la tripulación de cabina de mando ejecutando las listas de verificación para la evacuación.

1.2 Lesiones personales

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total	Otros
Muertos	-	-	-	-
Graves	-	-	-	-
Leves	-	-	-	-
Hesos	5	37	42	-
TOTAL	5	37	42	-

1.2.1 Nacionalidades de la tripulación y los pasajeros

Tanto la tripulación como los pasajeros son de nacionalidad Colombiana.

1.3 Daños sufridos por la aeronave

La aeronave sufrió daños importantes en su estructura, principalmente en la parte inferior del fuselaje como consecuencia del impacto final contra la hondonada ubicada al final de la cabecera 02. Los trenes de aterrizaje se fracturaron por el impacto con un montículo de tierra que bordeaba la carretera contigua al final de la cabecera. El golpe del tren de nariz contra la hondonada fue absorbido por el fuselaje causando daños en la célula del fuselaje. Las compuertas del sistema de tren de aterrizaje se desprendieron durante el recorrido final quedando en la trayectoria de impacto.



Daño en el tren de nariz



Daño en el tren principal izquierdo y flap



Daño en el tren principal derecho y flap



1.4 Otros Daños

Durante el recorrido, la aeronave provocó daños con los trenes de aterrizaje a 3 luces del borde final de pista de la cabecera 02; la valla perimetral del aeropuerto quedó dañada longitudinalmente 6 metros a consecuencia del impacto con la estructura del fuselaje y planos. La superficie de la pista no sufrió ningún daño a consecuencia de la salida de pista.



Daños en las 3 luces de borde final de pista – Cabecera 02





1.5 Información personal

Piloto

Edad

45 Años

Licencia

PTL

Nacionalidad

Colombiana

Certificado médico

Vigente, No. 7249, 1ª clase

Equipos volados como piloto

PIL F-28/PIL C-212/ PIL DO-328/ PIL ERJ - 145

Ultimo chequeo en el equipo

16 de octubre de 2009

Total horas de vuelo

10.254:29 Horas

Total horas en el equipo

1.060:17 Horas

Horas de vuelo últimos 90 días

146:13 Horas

Horas de vuelo últimos 30 días

77:14 Horas

Horas de vuelo últimos 3 días

11:03 Horas

1.5.1 Licencias, Certificaciones y Habilitaciones del Capitán

El Capitán, colombiano de 45 años, había comenzado su carrera de piloto en la FAC donde permaneció por espacio de 23 años. Inició su actividad de vuelo en el año 1985 acumulando 7.203:57 horas en los equipos T33, F28, C212, DO328 y T34. También se desempeñó como piloto de aeronaves de ala rotatoria en las cuales voló un total de 959:02 horas.

El 15 de mayo de 1993 fue habilitado como piloto del equipo C212 para operaciones tanto de la FAC como de SATENA. El 5 de diciembre de 1996 fue habilitado como piloto de DO328 explotado por SATENA y voló en esa posición por espacio de seis años hasta el 6 de septiembre de 2002 cuando fue certificado para volar el F28 como instructor, último equipo que voló en la FAC.

El 5 de septiembre de 2008, luego de su salida de la vida militar, el piloto presentó su solicitud de expedición de licencia técnica de vuelo de Piloto de Transporte de Línea (PTL) ante la UAEAC con habilitación a piloto de los equipos F28, DO328 y C212, aprobando los exámenes requeridos por el RAC el 12 de septiembre.

El 2 de octubre de 2008 la UAEAC le expidió su licencia de Piloto Comercial de Avión (PCA) No. 9110 habilitado para monomotores tierra a pistón y vuelo por instrumentos. Con la misma fecha, se le expidió su licencia PTL No. 2431 con habilitación a los equipos



solicitados y su licencia de instructor de tierra en especialidades aeronáuticas (IET) No. 1044 habilitado para Seguridad Aérea. Al momento de la obtención de sus certificados para la aviación civil, el capitán contaba con 8.376:32 horas de vuelo.

Tres meses más tarde, el 7 enero de 2009, el piloto recibió su adición del equipo ERJ-145 en su licencia PTL. Casi un año después, en el mes de diciembre de 2009, la UAEAC le expidió su licencia de Instructor de Vuelo (IVA) No. 1822 con privilegios en el equipo ERJ-145 luego de cumplir con los requisitos del RAC.

Al momento del evento, el Capitán contaba con la licencia médica No.: 7249 de primera clase expedida por un médico delegado de la UAEAC y con fecha de vencimiento el 08 de agosto de 2010. Su último examen, de tipo semestral, había tenido lugar el 08 de febrero de 2010. En su certificado aparecían las siguientes limitaciones: "Próximo examen tipo anual".

1.5.2 Entrenamiento del Capitán

En el año 2001 recibió entrenamiento en Vuelo Controlado Hacia el Terreno (CFIT) y Accidentes en Aproximación y Aterrizaje (ALA). Su último curso de Manejo de Recursos de Tripulación (CRM) lo recibió el 08 de septiembre de 2008 con una intensidad de 14:00 horas y obtuvo calificación satisfactoria.

En diciembre de 2008, comenzó su curso inicial de tierra del equipo ERJ-145 en la escuela de entrenamiento de SATENA aprobada por la UAEAC. Durante su instrucción inicial, asistió a 120 horas de clase teórica recibiendo entre otras materias las siguientes: Navegación y vuelo automático: 10 horas, Procedimientos normales de operación: 8 horas, Límites de operación: 1 hora, Performance: 5 horas.

Continuó su curso de vuelo inicial como piloto del ERJ-145 recibiendo entrenamiento en el simulador de acuerdo con el programa de instrucción de la compañía y los RAC. El piloto ejecutó un total de 8 periodos de entrenamiento en el simulador para un total de 20:00 horas.

La documentación acreditada por la compañía reveló que el Capitán practicó reconocimiento de aproximaciones estabilizadas y aterrizajes discontinuados (balked landings) pero no evidenció que hubiese practicado aproximaciones de no precisión de ángulo constante (CANPA) o que hubiese sido entrenado para calcular el punto visual de descenso (VDP). Los resultados de toda su instrucción fueron satisfactorios.

El 15 de octubre de 2008 presentó su chequeo final de vuelo en el simulador ante un Piloto Inspector de la UAEAC. Durante el chequeo se evaluaron su competencia sus habilidades para maniobrar la aeronave de acuerdo con los parámetros requeridos por los RAC y el cumplimiento de los procedimientos de operación estándar (POE) de la compañía. La evaluación incluyó, entre otros, emergencias, aproximaciones de no precisión VOR y NDB,



aterrizajes discontinuados, aterrizajes con viento cruzado y tráfico visuales. El piloto no fue evaluado en aproximaciones CANPA o cálculo de VDP.

Al finalizar el chequeo de simulador, el Inspector de la UAEAC efectuó los siguientes comentarios en la hoja de calificación: *“recordar que el GPWS da lugar a callouts, En eventos TCAS se le recomienda ser más rápido y positivo en la reacción, Antes de seleccionar NAV, verificar que la navegación está disponible. Recomendaciones menores en el debriefing. Chequeo satisfactorio puede iniciar su experiencia operacional como piloto”*.

Una vez aprobado el chequeo de simulador, comenzó su Experiencia Operacional Inicial (IOE) en el ERJ-145 el 28 de octubre de 2008. Durante su IOE, voló un total de 70:38 horas efectuando despegues y aterrizajes en las rutas de la compañía, incluyendo el aeródromo de Mitú entre el 22 y el 23 de noviembre.

El 26 del mismo mes, el piloto chequeador de rutas efectuó los siguientes comentarios en la hoja de progreso: *“No descender por debajo de los mínimos en la aproximación VOR en Popayán hasta que no tenga condiciones visuales y haya completado la aproximación por instrumentos y le informe al piloto monitoreando”*.

Su último entrenamiento recurrente en el simulador de vuelo antes del evento lo llevó a cabo el 13 de abril de 2010. Según el concepto del instructor, el Capitán *“demostró pericia y conocimiento de la operación del equipo, es seguro y aplica criterio en los procedimientos normales y de emergencia. Buen manejo de CRM”*.

El piloto efectuó curso de CRM el 8 de septiembre de 2008 con una intensidad de 14:00 horas. Resultados satisfactorios.

El Capitán efectuó curso de repaso de Mercancías Peligrosas el 27 de septiembre de 2008, intensidad 10:00 horas. Evaluación satisfactoria.

Primer Oficial

Edad

39 Años

Licencia

PCA

Nacionalidad

Colombiana

Certificado médico

Vigente, No. 8130, 1ª clase

Equipos volados como piloto

T34, T37, T41, C310

Ultimo chequeo en el equipo

25 de Febrero de 2010

Total horas de vuelo

1.061:27 Horas

**Total horas en el equipo**

806:47 Horas

Horas de vuelo últimos 90 días

176:10 Horas

Horas de vuelo últimos 30 días

81:11 Horas

Horas de vuelo últimos 3 días

8:12 Horas

1.5.3 Licencias, Certificaciones y Habilitaciones del Primer Oficial

El Primer Oficial, colombiano de 39 años, había comenzado su carrera de piloto en la FAC en el año 1988 donde continuaba como piloto activo en el grado de Teniente Coronel al momento del evento.

A lo largo su carrera militar voló los equipos T34, T37, T41, C310, B80 y Arava acumulando un total de 255: 10⁴ horas de vuelo sin antecedentes de accidentes o incidentes.

Al momento del evento, el Primer Oficial contaba con la licencia médica No.: 8130 de primera clase expedida por un médico delegado de la UAEAC y con fecha de vencimiento el 30 de octubre de 2010. Su último examen, de tipo semestral, había tenido lugar el 30 de abril de 2010. En su certificado no aparecían limitaciones.

1.5.4 Entrenamiento del Primer Oficial

Durante su vida militar, el copiloto recibía entrenamiento recurrente de tierra y vuelo en los equipos volados en la FAC de acuerdo al programan de instrucción de esa institución y el cual no es regulado por la UAEAC.

El 21 de enero de 2009 recibió entrenamiento en CRM con una con una intensidad de 14:00 horas y obtuvo calificación satisfactoria. No se encontró evidencia de que hubiese recibido entrenamiento en CFIT, ALA o CANPA.

En abril de 2009 comenzó su curso inicial de tierra del equipo ERJ-145 en la escuela de entrenamiento de SATENA aprobada por la UAEAC. Durante su instrucción inicial asistió a 120 horas de clase teórica recibiendo entre otras materias las siguientes: Navegación y vuelo automático: 10 horas, Procedimientos normales de operación: 8 horas, Límites de operación: 1 hora, Performance: 5 horas. Según los registros de la compañía, aprobó satisfactoriamente el curso de tierra con calificaciones de 85% en conocimientos generales del equipo, 100% en emergencias y 100% en límites de operación.

⁴ Total general de horas de vuelo asentadas en los registros de la UAEAC al momento de la expedición de su licencia PCA.



El Primer Oficial continuó su curso de vuelo inicial del ERJ-145 y recibió entrenamiento en el simulador de acuerdo con el programa de instrucción de la compañía y los RAC. Ejecutó un total de 8 periodos de entrenamiento en el simulador para un total de 20:00 horas. La documentación acreditada por la compañía reveló que el copiloto practicó reconocimiento de aproximaciones estabilizadas y aterrizajes discontinuados (balked landing).

Durante los periodos 3 y 4 practicó aproximaciones de no precisión VOR. En el periodo 4 el instructor incluyó los siguientes comentarios en la hoja de calificación: *"Si no está estabilizado antes del aterrizaje debe hacer sobrepaso. Lea las cartas de aproximación"*.

En el quinto periodo el instructor incluyó los siguientes comentarios: *"siempre que inicie una aproximación debe tener la respectiva carta a la mano y realizar los procedimientos como están escritos"*.

En la sexta misión incluyó las siguientes observaciones: *"se repite el no uso de las cartas de aproximación incurriendo en errores por no tenerlas a mano y no leerlas"*.

En la octava misión antes del chequeo final el instructor incluyó: *"por no tener la carta de [aproximación] a la mano no se da cuenta que el MP lee lo que no corresponde...debe tener las cartas a la mano y leerlas antes y durante la aproximación"*.

Los registros no evidenciaron que hubiese sido entrenado para calcular el VDP; los resultados de toda su instrucción fueron satisfactorios.

El 15 de octubre de 2008 presentó su chequeo final de vuelo en el simulador ante un Piloto Inspector de la UAEAC con resultados satisfactorios. Durante el chequeo se evaluaron su competencia y habilidades para conducir la aeronave de acuerdo con los parámetros requeridos por los RAC y los POE de la compañía. La evaluación incluyó, entre otras, emergencias, aproximaciones de no precisión VOR, NDB y CANPA, aterrizajes normales, discontinuados, con viento cruzado y tráficos visuales. No se efectuaron observaciones o recomendaciones significativas relacionadas con el rendimiento como copiloto en ese entonces.

El 1 de marzo de 2009 efectuó el Entrenamiento Orientado a la Línea de Vuelo (LOFT) con resultados satisfactorios.

Una vez aprobado el chequeo de simulador, el copiloto comenzó su IOE en el ERJ-145 el 28 de febrero de 2009. Durante su IOE, voló un total de 52:10 horas efectuando despegues y aterrizajes en las rutas de la compañía, incluyendo el aeródromo de Mitú el 14 de abril cuando tenía 27:20 horas de experiencia en el equipo. No se registraron comentarios en la hoja de progreso.

Su último entrenamiento recurrente en el simulador de vuelo antes del evento lo llevó a cabo los días 24 y 25 de febrero de 2010. Según el concepto del instructor, el Primer Oficial *"tuvo un buen desempeño durante el transcurso de las misiones. Tiene un buen toque de control y conocimiento de los sistemas. Maneja un correcto CRM"*.



El 25 de febrero de 2010 presentó chequeo de proeficiencia ante el Inspector Principal de Operaciones (POI) de SATENA con resultados satisfactorios. En la hoja de calificación el POI anotó las siguientes observaciones y recomendaciones generales: *"debe verificar que lo que ordena, el PM lo haga y lo seleccione. Recordar ceñirse al POE para los call outs. Con piloto automático "hace", manual "ordena"*. El 14 de marzo de 2009 fue habilitado como copiloto en el equipo ERJ-145.

El piloto efectuó curso de CRM el 21 de enero de 2009 con una intensidad de 14:00 horas. Resultados satisfactorios.

El Capitán efectuó curso de repaso de Mercancías Peligrosas del 13 al 17 de enero de 2009, intensidad 25:00 horas. Evaluación satisfactoria.

1.6 Información sobre la aeronave

Marca
Embraer

Modelo
ERJ – 145LR

Serie
145000879

Matrícula
HK 4536

Certificado de aeronavegabilidad
003739

Certificado de matrícula
R003440

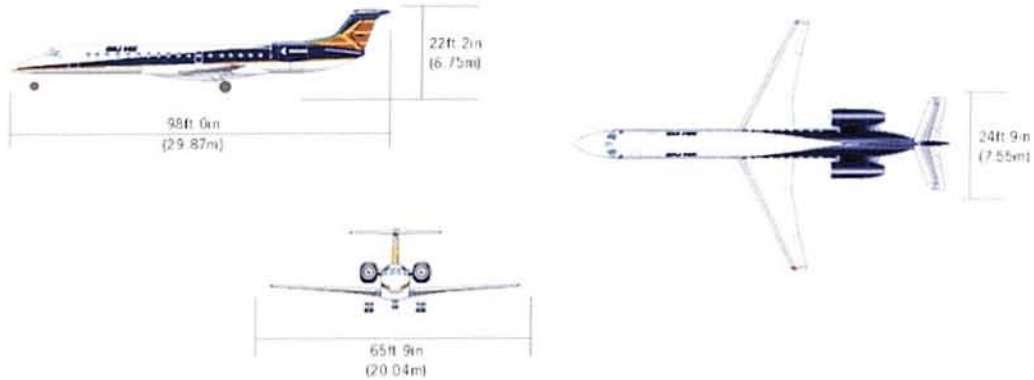
Fecha última inspección y tipo
Tránsito Diario

Fecha de fabricación
Diciembre 22 del 2004

Fecha último servicio
22 Agosto del 2007

Total horas de vuelo
9.095:13 Horas

Total horas D.U.R.G
4.470:34 Horas



Dimensiones generales de la aeronave

Motor

Marca

Rolls Royce

Modelo

AC3007A1P

Serie

ENG 1 - CAE 312750

ENG 2 - CAE 311124

Total horas de vuelo

ENG 1 - 8.265:47 Horas

ENG 2 - 11.344:38 Horas

Total horas D.U.R.G

ENG 1 - 2.882:21 Horas

ENG 2 - 743:20 Horas

La aeronave despegó con un peso de 44.125 libras, consumiría 2.258 libras durante el trayecto para aterrizar con 41.867 libras.

La aeronave presentó 11 anotaciones con 15 correcciones desde el día 13 de enero de 2010 hasta el día 19 de abril de 2010, referentes a fallas en el sistema de reversible del motor derecho. Estas fueron corregidas por medio de inspecciones, intercambio de switches, chequeos operacionales, limpieza de conectores, intercambio de unidades de control de aislamiento, servicios a conectores y a microswitches. De acuerdo a los registros todas las anotaciones fueron corregidas satisfactoriamente y aprobaron las pruebas operacionales.

1.6.1 Peso y Balance

El último peso y balance general efectuado a la aeronave se realizó en el Comando Aéreo de Mantenimiento de la FAC el 02 de septiembre de 2010 arrojando como resultados un peso básico vacío de la aeronave de 26.727 libras, un centro de gravedad ubicado a 625,43 pulgadas del eje de referencia y un porcentaje de cuerda media aerodinámica de 44,88%.



Los límites de cuerda media aerodinámica fueron establecidos entre el -40% y el 56% de MAC. Se certificó a la aeronave como aeronavegable según los límites del manual del fabricante.

La investigación solicitó copias del manifiesto de peso y balance y demás documentos de despacho. La aerolínea suministró copia del manifiesto de peso y balance con la siguiente información:

Fecha de elaboración: 04 de junio de 2010
 Ruta: VVC/PCR (Villavicencio / Puerto Carreño)
 Vuelo No. 9634
 Registro: FAC 1173/SB

Pesos:

Item	Peso en lb.	Límite en lb.
Carga paga	7.819	
Peso básico Operacional	28.005	
Zero fuel weight	35.824	39463
Combustible al despegue	8.301	
Peso actual de despegue	44.125	48501
Combustible de ruta	2.258	
Peso de aterrizaje	41867	42549

Información del Manifiesto de Peso y Balance en VVC

Balance:

Centro de Gravedad	
MACZFW	37,37
MACTOW	32,17
UNIDADES DE TRIM	7 NOSE UP
UNDERLOAD BEFORE LMC	662

Información de Balance en VVC

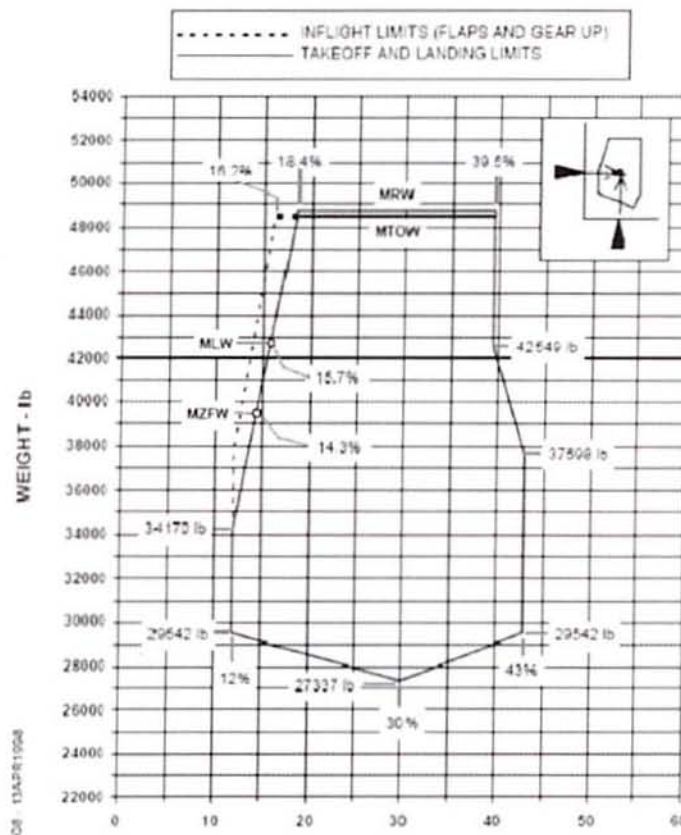
Carga Paga

La carga paga consistía en 37 pasajeros y 43 kilos de carga. El manifiesto de carga indicaba un total de ocho 8 guías iniciando con el no. 1779061 con un peso de 31,20 kg. Se evidenciaron correcciones efectuadas a mano para un total de 43 kg. La guía no. 1779075



LOADSHEET		C	
ALL WEIGHTS IN POUNDS			
FROM/TO	FLIGHT	A/C REG	APPROVED
VVC MVP	9634	FAC1173 SB ^D	
LOAD IN COMPARTMENTS		WEIGHT	VERSION
PASSENGER / CABIN BAG		1129	LR
		6690	
TOTAL TRAFFIC LOAD		7819	
DRY OPERATING WEIGHT		28005	
ZERO FUEL WEIGHT ACTUAL		35824	
TAKEOFF FUEL		6581	
TAKEOFF WEIGHT ACTUAL		42405	MAX 39483
TRIP FUEL		2258	MAX 48501
LANDING WEIGHT		40147	MAX 42549
BALANCE AND SEATING CONDITIONS		MACZFW 22.01	MACTOW 19.67
STAB TO 8 NOSE UP		DEST LAST MINUTE CHANGES SPEC	
SEAT ROW TRIM		CLICPT WEIGHT / IND	
UNDERLOAD BEFORE LMC		2402	LMC TOTAL

Datos de Peso y Balance Suministrados Posteriormente a la Investigación



Envolvente del centro de gravedad ERJ-145





1.6.2 Velocidades de Aterrizaje

De acuerdo con el manual de operación de la aeronave AOM sección 1-04, Rendimiento, la velocidad de referencia (VREF) para 41.000 libras y 45° de flaps era de 127 KIAS. La velocidad de aproximación (VAPP) es igual a VREF + corrección de viento:

$VAPP = VREF + \text{corrección de viento.}$

Para el ERJ-145 la corrección de viento es igual a la mitad de la componente de frente más el incremento en ráfagas por encima del viento constante. Para aterrizaje con flaps 45°, no existe corrección mínima y la máxima es de 20 KIAS.

$VREF = 127 \text{ KIAS}$

De acuerdo con la información del ATC, el viento estaba en calma para la pista 20:

$VAPP = 127 \text{ KIAS}$

1.6.2 Distancias de Aterrizaje

Se solicitó a SATENA el análisis de aeropuerto para el aterrizaje en Mitú y el plan de navegación utilizado por la tripulación para el trayecto. La compañía acreditó la siguiente información:



EMB-145 - LANDING ANALYSIS

AE3007A1P Engines
FAA Certification

SKMU/MVP
LEON BENTLEY
Rwy 20

Brakes LR

Flaps: 45
Rwy Condition: WET
Anti Ice: OFF
Ice Accretion: NO
Ice Encounter: NO

Elevation: 660 ft Length: 1750 m Slope: -0.046 %
Factoring: NORMAL Over Speed: NORMAL ILS CAT I

REMARKS:

Output 2
Engineering output - all landing parameters calculated for 0kt, as function of temperature (deg C).
Weights in lb, distances in m and speeds in kt.


Wind:	0										
TEMP	MLW	LIM	FIELD	APPRO CLIMB	LANDG CLIMB	TIRE	QUICK TURNA	UNFACT DIST	RUNWY REQD	VAC/VLC/VRF	
15	42549	S	46424	51467	57180	99999	46501	854	1637	156/129/129	
16	42549	S	46424	51467	57158	99999	46416	854	1637	156/129/129	
17	42549	S	46424	51456	57143	99999	46331	854	1637	156/129/129	
18	42549	S	46424	51445	57129	99999	46247	854	1637	156/129/129	
19	42549	S	46424	51434	57111	99999	46164	854	1637	156/129/129	
20	42549	S	46424	51423	57092	99999	46081	854	1637	156/129/129	
21	42549	S	46424	51412	57076	99999	45998	854	1637	156/129/129	
22	42549	S	46424	51401	57059	99999	45916	854	1637	156/129/129	
23	42549	S	46424	51390	57043	99999	45835	854	1637	156/129/129	
24	42549	S	46424	51379	57026	99999	45753	854	1637	156/129/129	
25	42549	S	46424	51368	57010	99999	45672	854	1637	156/129/129	
26	42549	S	46424	51357	56993	99999	45591	854	1637	156/129/129	
27	42549	S	46424	51346	56976	99999	45511	854	1637	156/129/129	
28	42549	S	46424	51335	56960	99999	45431	854	1637	156/129/129	
29	42549	S	46424	51324	56943	99999	45351	854	1637	156/129/129	
30	42549	S	46424	51313	56927	99999	45272	854	1637	156/129/129	
31	42549	S	46424	51307	56914	99999	45193	854	1637	156/129/129	
32	42549	S	46424	51302	56901	99999	45116	854	1637	156/129/129	
33	42549	S	46424	51291	56885	99999	45038	854	1637	156/129/129	
34	42549	S	46424	51280	56868	99999	44962	854	1637	156/129/129	
35	42549	S	46424	51274	56853	99999	44884	854	1637	156/129/129	
36	42549	S	46424	51269	56839	99999	44808	854	1637	156/129/129	
37	42549	S	46424	51263	56826	99999	44731	854	1637	156/129/129	
38	42549	S	46424	51257	56813	99999	44655	854	1637	156/129/129	
39	42549	S	46424	51252	56800	99999	44580	854	1637	156/129/129	
40	42549	S	46424	51246	56786	99999	44504	854	1637	156/129/129	

Data according to approved AFM.

Codes A=Approach Climb L=Landing Climb R=Runway S=Max. Structural or Input Max. Weight
SW-145015 Version 2.1.0 Date: septiembre 20, 2010 SCAP Module Version: 1.2.4 - 15AUG2006

Información de Aterrizaje Análisis de Aeropuertos



		EMB-145 - FLIGHT SUMMARY AE3007A1P Engines		<small>EMB-145/006 Version 3.0.1</small>		
Departure, SKVV Dep. Field Elev. : 1381 ft		Destination, SKMU Dest. Field Elev. : 680 ft		Alternate, SKYP Alt. Field Elev. : 1028 ft		
Engines Operating: AEO Landing Gear: UP Flaps: 0		Climb: 270 kias/M 0.560 Cruise: Long Range Cruise Descent: 250 kias/M 0.77		Aice(Climb): OFF Aice(Cruise): OFF Aice(Descent): OFF Aice(Holding): OFF		
AFU GROUND CONSUMPTION: 50.0 lb		TAXI: 100.0 lb				
DEPARTURE - DESTINATION						
TAKEOFF Fuel: 200.0 lb Time: 2.0 min						
CLIMB Fuel: 1288.7 lb Distance: 122.8 NM Time: 22.2 min		CRUISE Fuel: 692.7 lb Distance: 113.4 NM Time: 18.5 min		DESCENT Fuel: 229.3 lb Distance: 85.8 NM Time: 13.7 min		
APPROACH Fuel: 200.0 lb Time: 5.2 min						
FUEL: 2600.7 lb		DISTANCE: 332.0 NM		TIME: 62.6 min		
DESTINATION - ALTERNATE						
GO AROUND Fuel: 200.0 lb Time: 2.0 min						
CLIMB Fuel: 1020.8 lb Distance: 116.6 NM Time: 21.2 min		CRUISE Fuel: 433.5 lb Distance: 82.4 NM Time: 12.4 min		DESCENT Fuel: 220.0 lb Distance: 88.0 NM Time: 15.8 min		
APPROACH Fuel: 200.0 lb Time: 5.2 min						
FUEL: 2294.7 lb		DISTANCE: 287.0 NM		TIME: 56.7 min		
Registration: PAC 1173		Contingency: 0 min		Flight #: EMB-2004		
Aircraft: EMB-145		Holding: 45 min		Date: 20/09/2010		
Engine: AE3007A1P		Printed				
PIAS: 0 %		ETD: 10:00 h				
	FUEL	TIME	CORR	TOW	LDW	ZFW
DEST	2601	64		48150	42549	37299
CONT	0	0				
ALTERNATE	2284	57				
HOLDING	1375	45				
REQ	6260	145		MTOW = 48501	Max Payload: 9254	
TAXI	100	6		MLW = 42549		
AFU	50			MZFW = 39462		
EXTRA	1441			MFC = 11435		
FUEL TANK	0			BCW = 28005	Limitation: LDW DEST	
TOTAL	7851	172				
NOTE - LDWT INCLUDES RESERVE FUEL						
CPT: _____				DSP: _____		

Resumen de vuelo VVC - MVP





El MGO en su sección de políticas y normas incluye las limitaciones de rendimiento a tener en cuenta en el aterrizaje. Para tal efecto, la compañía dispone de tablas con la siguiente información para calcular las distancias de aterrizaje sin factorizar:

TABLA NO-FACTOR DE ATERRIZAJE
TODOS LOS MOTORES AE 3007 / CTA. FLAPS 45

PESO (Lbs)	ALTITUD							
	0 ft				1000 ft			
	VIENTO Km. / DISTANCIA DE ATERRIZAJE Mts.							
	-10 Km	0 Km	10 Km	20 Km	-10 ft	0 ft	10 ft	20 ft
44 000	1007	864	819	776	1029	884	839	795
41 000	971	831	790	745	1002	851	806	753
39 800	935	799	757	715	955	817	774	732
37 400	902	769	727	687	920	786	743	702
35 200	868	738	697	658	885	754	713	673
33 000	832	705	666	627	849	720	680	641
30 800	794	671	633	595	810	686	646	608
29 800	756	637	599	563	770	650	612	575
28 400	717	602	565	530	731	614	577	542

Distancias de Aterrizaje con Flaps 45°

1.6.3 Hidroplaneo

Se llama hidroplaneo la condición de resbalamiento de las ruedas sobre pista con agua, barro, hielo u otra contaminación. Se produce en estos casos pérdida o ausencia total de coeficiente de rozamiento entre la banda de rodamiento del neumático y el pavimento⁵. Se distinguen tres clases de hidroplaneo: hidrodinámico, viscoso y de derrape.

El hidroplaneo viscoso es más frecuente que el dinámico por el hecho de que se produce a menor velocidad y necesita tan sólo una superficie mojada, no encharcada, pero que esté contaminada con barro, hielo, aceite u otras sustancias que depositan sobre la pista mezclas viscosas.

El hidroplaneo dinámico se produce cuando existe una capa de agua en la pista de espesor superior a la profundidad del relieve de la banda de rodadura del neumático (del orden de 1cm) El hidroplaneo puede ser de dos tipos: parcial o total

El parcial se reconoce por que la rueda mantiene su velocidad angular a pesar de la disminución del coeficiente de rozamiento con la pista. En el hidroplaneo total la rueda cesa de girar y el neumático deja de producir fuerzas laterales de dirección.

El umbral de velocidad terrestre a la cual el hidroplaneo dinámico puede iniciar es $V_f = 9$, donde V_f es la velocidad de hidroplaneo en nudos y p la presión del neumático en libras por pulgada cuadrada (psi).

⁵ Conocimientos del Avión. Antonio Esteban Oñate. Thomson Paraninfo. 4 edición, 2003





El manual de mantenimiento del ERJ-145 LR indica una presión de inflado de los neumáticos del tren principal de 165 ± 3 psi:

$V_f = 9 = 114,5$ KIAS

$V_f = 9 = 116,6$ KIAS

La velocidad crítica de hidroplaneo se encuentra entre los 114,5 y los 116,6 KIAS.

El hidroplaneo dinámico y viscoso rara vez dejan evidencia de marcas sobre la pista, si los neumáticos están desinflados, no se produce hidroplaneo⁶.



Marcas de Frenado

⁶ Aircraft Accident investigation, Richard H. Wood, Robert w. Sweginnis, 17 Impresión, 2002.



Estado de los Neumáticos después del accidente

1.7 Información meteorológica

A las 14:45 UTC el controlador de Mitú recibió una llamada del despachador de Satena de Villavicencio solicitando información meteorológica de la estación; se suministró el METAR correspondiente reportando buen tiempo en el área, viento en calma, visibilidad predominante mayor a 10 kilómetros, nubes fragmentadas a 2.500 pies, no hubo información de temperatura por fallas en el equipo, QNH 3002 condición estable y sin fenómenos significativos en las vecindades.

A la hora del accidente (10:42HL), la estación SKMU no reporto información METAR en red AFTN (10Z) por problemas de comunicación con la oficina OIA⁷ Aeronáutica de Villavicencio, sin embargo, a la siguiente hora fueron publicados normalmente los reportes de las 16Z y 17Z.

SKMU 051700Z 12007K 8000 PRFG 3000S RA OVC015 XX/XX A3000 =
 SKMU 051600Z 00000KT 5000 DZ OVC018 XX/XX A3001 RMK APCLO =
 SKMU 051500Z MIS =
 SKMU 051400Z 00000KT 9999 BKN025 XX/XX A3001 =

La estación de Mitú cuenta con emisión de reportes METAR/SPECI entre las 11:00Z y 23:00Z realizadas por los controladores de torre, no se proporcionan mensajes TAF ni pronósticos para el aterrizaje. Toda la información de reportes es enviada a la central OIA de Villavicencio donde es divulgada a través de la red AFTN a los demás aeropuertos del país.

⁷ OIA - Oficina de Información Aeronáutica.



Para la planificación del vuelo la tripulación obtuvo la información meteorológica del aeródromo de salida, destino y alterno a través de la OIA de Bogotá. A lo largo de la hora 15Z la tripulación de la aeronave obtuvo la información meteorológica por intermedio de las comunicaciones establecidas con Torre Mitú:

10:24:19HL (15:24Z), se informa a la tripulación que el aeropuerto se encuentra operando en condiciones VMC con visibilidad horizontal de 10km reducida al Norte a 7000 mts por Chubascos en las vecindades (5NM), cielo fragmentado (SCT) a 2500ft con presencia de Cumulonimbos (CB) al Norte. El viento en calma y la pista en uso 20.

10:28:06HL (15:28Z), el controlador informa que a la hora llueve sobre la estación (DZ) con pista mojada.

10:32:34HL (15:32Z), controlador Mitu informa que a la hora la visibilidad esta reducida hacia la aproximación pista 20 por lluvia sobre la estación, sin informar distancia exacta. Se informa a la tripulación preveer aproximación por la pista 02.

10:33HL (15:33Z), se informa 3000mts de visibilidad hacia el Norte de la estación.

10:37:32HL (15:37Z), y 10:39:00 (15:39Z) respectivamente, el controlador confirma a la tripulación información de viento en calma, pista en uso 20 o circular a 02.

De acuerdo a la hora del accidente y la cercanía que tuvo a la emisión del reporte de las 16Z, las condiciones meteorológicas oficiales reportadas por OIA fueron de viento en calma, visibilidad horizontal de 5000 metros, Llovizna sobre la estación, cielo cubierto a 1800 pies, sin información de temperaturas y QNH 30.01 InHg.

SKMU 051600Z 0000KT 5000 DZ OVC018 XX/XX A3001 RMK APCLO =

La evolución meteorológica, de acuerdo a las imágenes satelitales previas y posteriores a la hora accidente, muestran que existía un sistema de baja presión al sur del país con una banda generalizada de nubes convectivas muy activas relacionadas directamente con el paso de la ZCIT⁸ en su recorrido cíclico hacia las latitudes medias.

⁸ ZCIT – Zona de Confluencia Intertropical



May-05-2010 14:45UTC
2010 125
GOES-13

WV

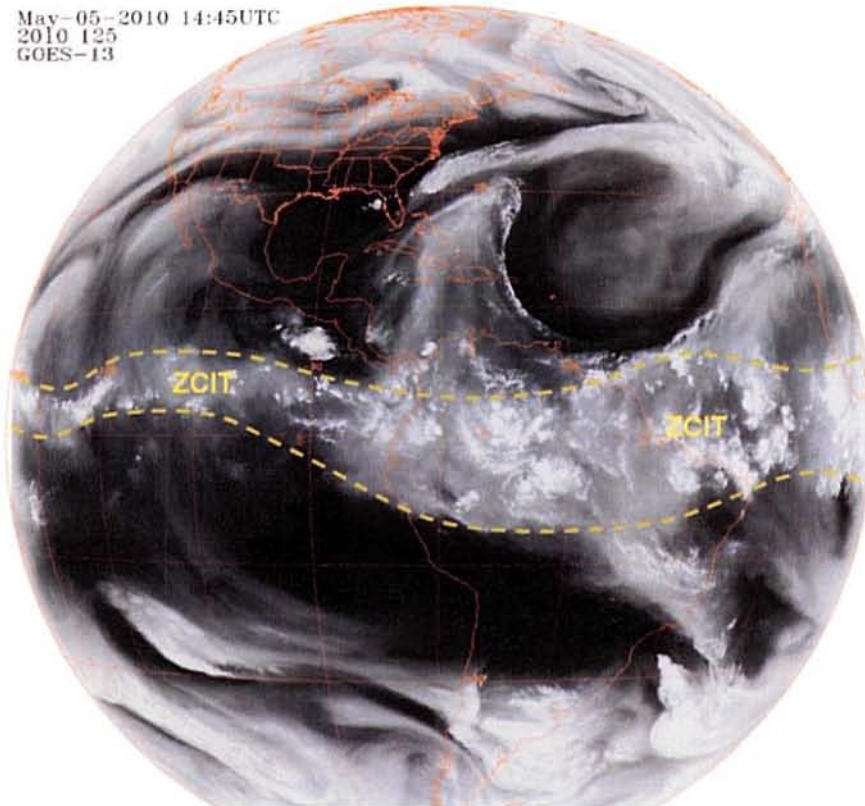


Imagen Satelital GOES 13 en Canal de Vapor de Agua (WV), nótese el paso de la Zona de Confluencia Intertropical por el territorio

Fuerte inestabilidad organizada en la dirección SW - SEE se desplazaba lentamente hacia el Este del país con fuerte actividad y probables cortantes de viento. Al no existir variaciones topográficas en la zona del accidente, no existió la posibilidad de aumento de cortantes de viento que pudiesen afectar el vuelo de la aeronave.

Entre las 15:15Z hasta las 16:15Z utilizando la imagen satelital visible (VIS) de alta resolución se puede apreciar un frente convectivo de 120NM aproximadamente desplazándose hacia el E con claras formaciones de yunque, signo típico de fase de maduración del sistema tormentoso.

En las vecindades de la estación (>5NM aprox.), se subrayan 3 masas convectivas desarrollándose a lo largo de la hora con precipitaciones (DZ) y viento en calma relativo que comienza al N de la estación en el periodo comprendido entre las 15:15Z y 16:15Z. Las condiciones después de las 16:15Z, empeoraron significativamente con fuerte actividad convectiva y precipitaciones fuertes.



*Imagen Satelital GOES 13 en Canal de Visible (VIS - High definition) - 15:15Z
El punto rojo representa la Ciudad de Mitú; la línea amarilla muestra la formación nubosa al N y S de la estación*



Imagen Satelital Canal de Visible - 15:45Z.

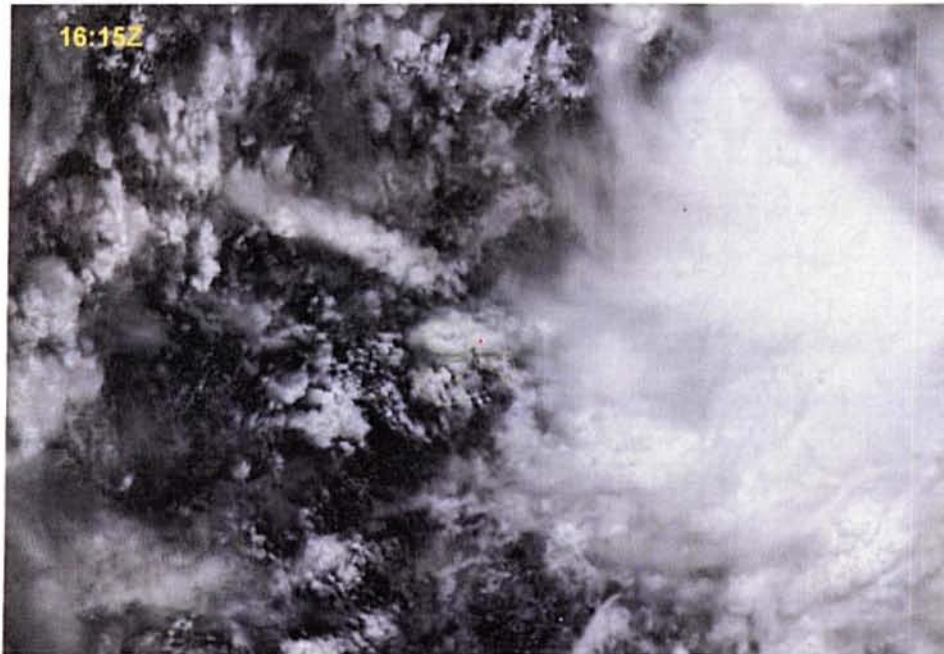


Imagen Satelital Canal de Visible - 16:15Z.

1.8 Ayudas para la navegación

Las ayudas para la navegación estaban operando normalmente. No hubo reporte de alguna falla o anomalía en las ayudas a la navegación y estas no tuvieron incidencia en la ocurrencia del presente accidente.

1.9 Comunicaciones

Las comunicaciones entre la aeronave y las dependencias de control de tránsito se desarrollaron en forma normal.

El Centro de Control transfirió el vuelo, el cual se identificaba como NSE 9634. Estableció contacto con Mitú en frecuencia 118.1, a 80 millas fuera del VOR MTU a las 15:22 UTC, solicitó informe meteorológico donde el controlador le informó que las condiciones para la pista 20 habían desmejorado y la visibilidad se encontraba reducida aproximadamente a 7.000 metros para la pista de aproximación VOR debido a un frente de lluvia que se aproximaba por ese cuadrante y cumulonimbus en formación. El controlador dio instrucciones para descenso a discreción del piloto al VOR sin restricción ya que no había tránsito reportado en el área, límite de la autorización: 10 millas fuera.

La aeronave notificó 10 millas a las 15:35 UTC, el controlador informó que la condición hacia el sector de aproximación para la pista 20 había empeorado por visibilidad reducida aproximadamente a 3.000 metros, el viento estaba en calma, lluvia ligera sobre la estación.



pista mojada, techo de nubes a 2.000 pies aproximadamente y que la visibilidad para la pista 02 dejaba los cerros a la vista. La condición de cerros a la vista denota una visibilidad aproximada de 7.000 metros y 2.000 pies de techo, ya que los cerros el la cota mas alta del sector con una altura de 1.600 pies sobre el terreno. El controlador dio instrucciones de continuar la aproximación VOR y prever circular para la 02. Limite de la autorización: notificar sobre el VOR con 3.000 pies, instrucción que no fue colacionada, solo se trasmitió "recibido".

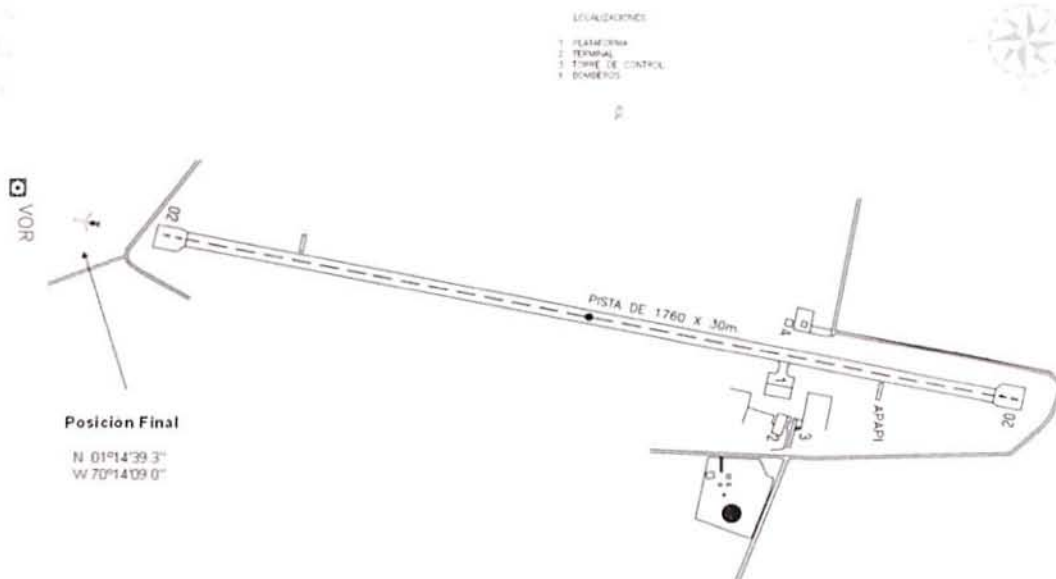
1.10 Información de aeródromo

El aeropuerto Fabio León Bentley de la ciudad de Mitú, Vaupes (SKMU) está situado al Sur Este del territorio colombiano en la Región Amazónica a orillas del Rio Vaupés. Tiene una única pista con orientación 02° – 20° situado en las coordenadas N 01°15'12.62" – W070°14'02.72". El aeropuerto posee una sola calle de rodaje situada a 430 mts a la izquierda de la cabecera 20°.

La pista del aeropuerto tiene una longitud de 1760 mts, ancho 30 mts y una elevación de 680 ft. El umbral de la cabecera 20 y 02 está desplazado 60 mts y a la fecha del accidente, la distancia disponible de aterrizaje (LDA) era: 1.760 mts (pistas 20 y 02).

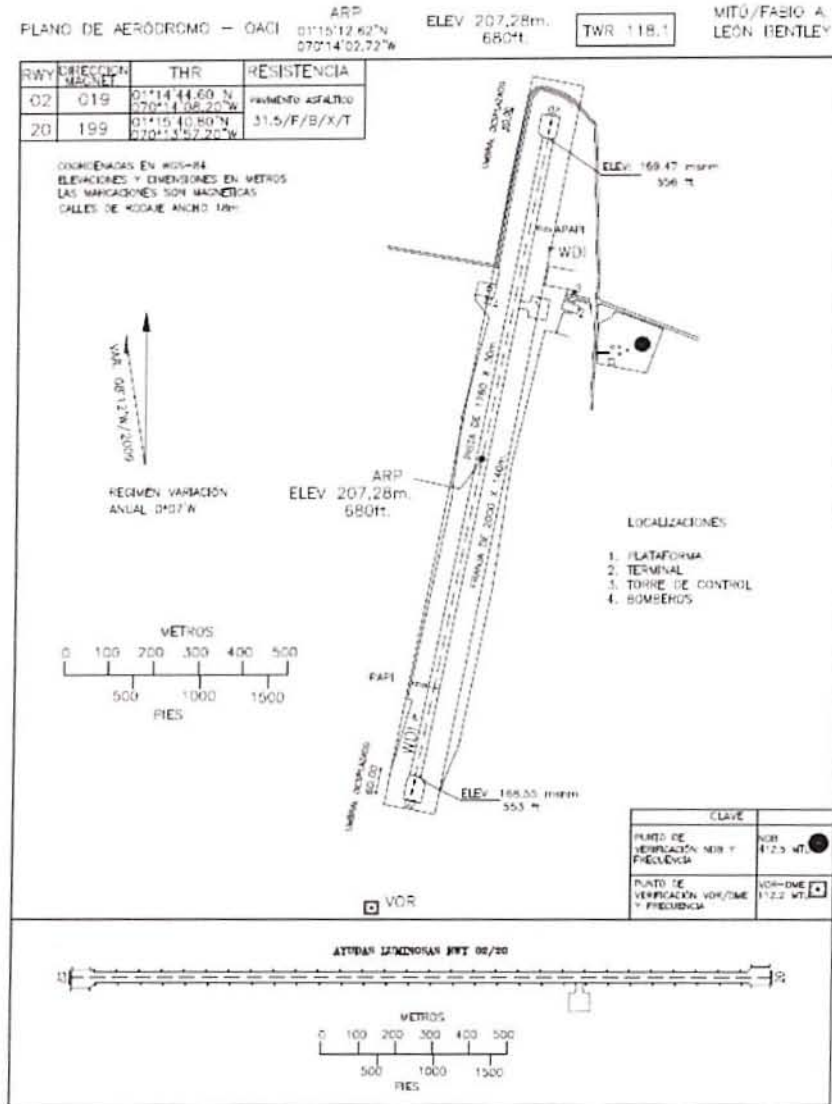
Al final de la pista 02, a 15 metros, se encuentra una carretera en gravilla de 3mts de ancho y contigua a ella, en dirección a la orientación de la cabecera, una profunda hondonada de 4mts. La franja de seguridad de pista era de 2000mts x 140mts en ambas cabeceras.

Para efectuar el aterrizaje por la cabecera 20 y desplazarse a plataforma, es necesario realizar un 360° al final de la pista o prever autorización de Torre para realizarlo antes utilizando la pista como calle de rodaje.



Vista general del Aeródromo SKMU indicando la posición final de la aeronave

Handwritten signature or initials.



Plano de Aeródromo – Fabio León Bentley – Fuente: AIP Colombia

No existía área de seguridad de extremo (RESA⁹) en la prolongación de la pista 20, factor que pudo haber reducido el riesgo de daño a la aeronave. Según el anexo 14 de OACI, numeral 3.5.1, indica que “Se proveerá un área de seguridad de extremo de pista en cada extremo de una franja de pista cuando: — el número de clave sea 3 ó 4; y — el número de clave sea 1 ó 2 y la pista sea de aterrizaje por instrumentos”. El número clave del

⁹ RESA – Runway Edge Safety Area – Área de Seguridad de extremo de pista – El propósito de la RESA es reducir el riesgo de daño a una aeronave cuando ésta se sale de la pista (ya sea durante el aterrizaje o un abortaje en el despegue) mediante la optimización en la desaceleración de la aeronave y facilitar el movimiento de vehículos de rescate y extinción de incendios según sea necesario.





aeródromo de Mitu es 3; Además, en dicho anexo, numeral 3.5.2 se cita: “El área de seguridad de extremo de pista se extenderá desde el extremo de una franja de pista hasta por lo menos 90 m”.

Al no disponer el aeródromo de RESA, ésta información no fue documentada en el AIP¹⁰ al momento del accidente.

Las ayudas visuales para el aterrizaje (PAPI¹¹), se encontraron en óptimas condiciones con operación normal al momento del accidente.

1.11 Registradores de vuelo

La aeronave contaba con registradores de voces de cabina y datos de vuelo de acuerdo a lo exigido por los Reglamentos Aeronáuticos Colombianos, Parte Cuarta, Apéndice “A”, Capítulo II, Numerales 1 y 2, “Registradores de Datos de Vuelo (FDR) y Grabador de Voces de Cabina (CVR).

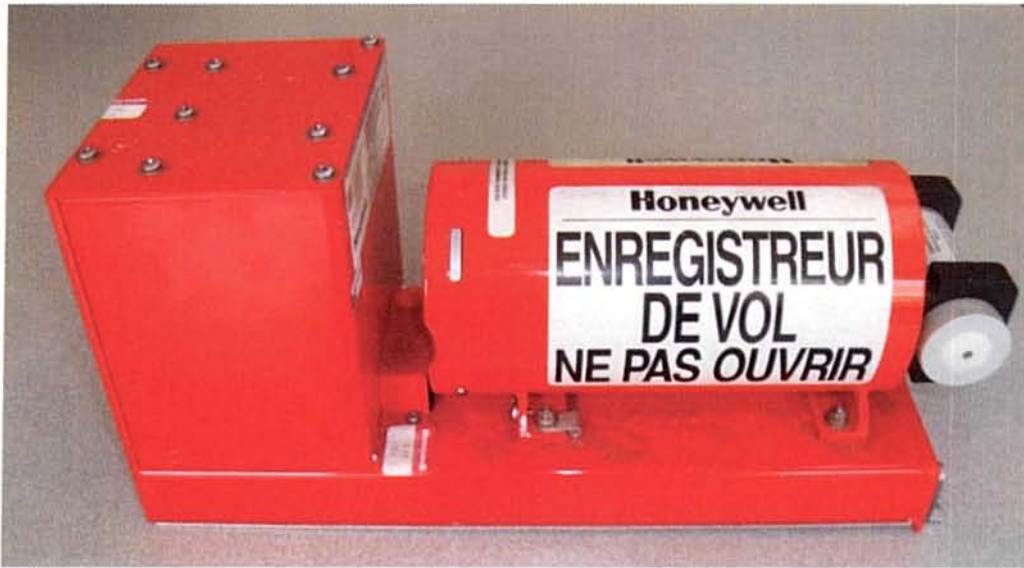
Su lectura se efectuó en las instalaciones del Centro de Investigaçã o e Prevençã o de Accidentes Aeronáuticos (CENIPA) en Lago Sul – Brasilia/DF, los cuales suministraron toda la información relacionada con los parámetros de vuelo y comunicaciones de voces de cabina antes y durante la ocurrencia del accidente. Su información permitió verificar la ejecución de la aproximación, la toma de contacto y las actuaciones de la tripulación en dichas maniobras; así mismo permitió evaluar el desempeño de la tripulación en cabina durante el descenso, aproximación, aterrizaje e instrucciones en la evacuación de los pasajeros.

1.11.1 Registrador de Voces de Cabina – CVR

El CVR fue recuperado en el sitio del accidente sin sufrir daños aparentes. Sus principales características: Marcas Honeywell SSCVR, Part Number 980-6022-001, Serial Number CVR120-07012. Éste modelo de CVR era un dispositivo de registrador de estado sólido con una capacidad de almacenamiento de aproximadamente 2 horas. La baliza de localización bajo agua (ULB – Underwater Locator Beacon) revelaba encontrarse en buenas condiciones. La lectura del CVR fue exitosa y toda su información pudo ser audible y transcrita para el desarrollo de la investigación.

¹⁰ Aeronautical Information Publication – Publicación de Información Aeronáutica

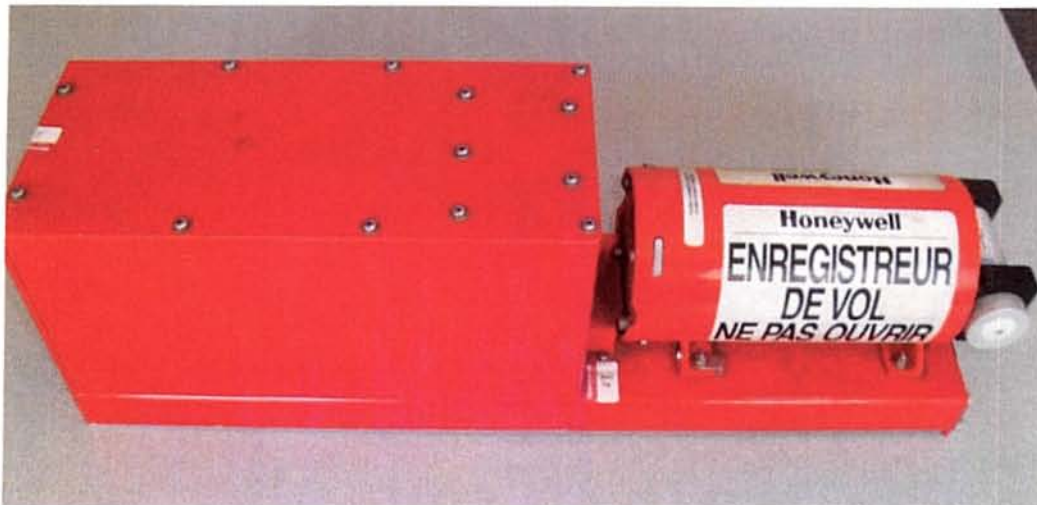
¹¹ PAPI – Precision Approach Path Indicator



Registrador de voces de cabina recuperado de la aeronave.

1.11.2 Registrador de Datos de Vuelo – FDR

La aeronave se encontraba equipada con un Registrador de Datos de Vuelo Honeywell de estado sólido, Part Number 980-4700-042, Serial Numer SSFDR-10827. El dispositivo se encontró en excelentes condiciones sin daños en su carcasa ni en el ULB. Los parámetros fueron descargados exitosamente a través de sus conectores sin recurrir al desarme del componente, labores realizadas en su totalidad en Brasil¹².



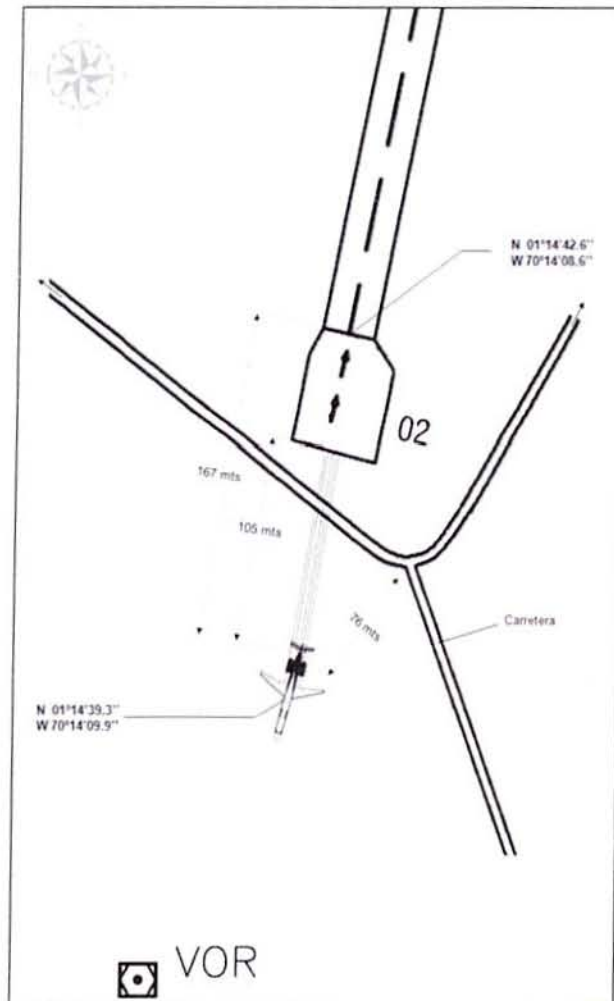
Registrador de Datos de Vuelo recuperado de la aeronave.

¹² Estado de Diseño y Manufactura de la Aeronave.

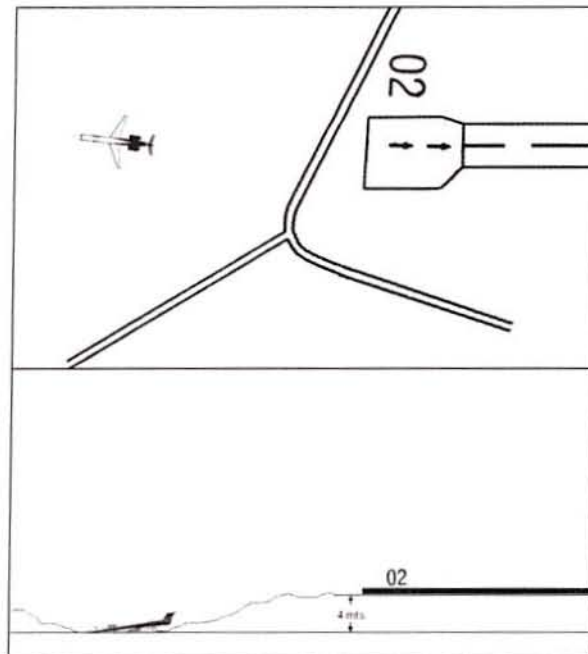


1.12 Información sobre restos de la aeronave y el impacto

La aeronave se detuvo a 105mts al final de la Cabecera 02 con rumbo 212° en posición compacta, con una ligera pendiente negativa, posada particularmente sobre una zona de pantano de agua estancada ubicada a 4 metros por debajo de superficie de la pista. Tanto el tren de nariz como los trenes principales colapsaron durante la salida por colisión contra un montículo de tierra contiguo al final de la pista. Los instrumentos y equipos de la aeronave no sufrieron daños aparentes.



Ubicación final de la aeronave respecto al final de la pista 02



Relación de profundidad de ubicación de la aeronave



Vista general del montículo de tierra y hondonada



1.13 Información médica y patológica

PILOTO

El piloto se sometió en forma voluntaria a la realización de las pruebas de sustancias psicoactivas y alcohol cuyos resultados fueron negativos.

En el examen de reconocimiento médico post accidente en la valoración de los sistemas nervioso central y periférico, órganos de los sentidos, cardiovascular, respiratorio, digestivo, genito urinario, osteomuscular, piel y faneras se encontraron normales.

En el resumen de datos positivos se manifiesta que el examen físico está dentro de los límites normales. Diagnóstico sana, pronóstico bueno.

El concepto del examen psicológico establece que por el análisis integral de los instrumentos psicológicos aplicados durante la presente valoración, se infiere que el piloto por el momento no presenta ninguna contraindicación desde el punto de vista psicológico para desempeñarse como comandante de vuelo. Se le recomienda trabajar técnicas para mejorar sus procesos de atención, concentración y tiempos de reacción.

COPILOTO

El piloto se sometió en forma voluntaria a la realización de las pruebas de sustancias psicoactivas y alcohol cuyos resultados fueron negativos.

AUXILIAR 1

En el examen y reconocimiento médico post accidente se encontró que la auxiliar de acuerdo al examen médico general se encuentra orientada en tiempo y espacio, conciente y no presenta signos de lesiones externas ni quemaduras.

En la valoración de los sistemas nervioso central y periférico, órganos de los sentidos, cardiovascular, respiratorio, digestivo, genito urinario, osteomuscular y piel y faneras se encontraron normales.

En el resumen de datos positivos se manifiesta que el examen físico está dentro de los límites normales. Diagnóstico sana, pronóstico bueno.

El concepto del examen psicológico establece que de acuerdo a la entrevista y del análisis integral de los instrumentos aplicados, no hay contraindicación de orden psicológico para restringir actividades de vuelo a la auxiliar, quien mostró buen resultado y ejecución de las pruebas, con resultado favorable para predecir un adecuado desempeño en vuelo, de igual manera, las características de personal resultan favorables para su desempeño como auxiliar de servicio de abordaje. Se recomienda realizar seguimiento tanto personal como laboral y enviar el informe al término de seis meses de regreso a la línea de vuelo.



La Jefatura Grupo Certificación y Educación Aeromédica manifiesta que de acuerdo a los exámenes practicados la auxiliar de vuelo es apta para actividades de vuelo.

AUXILIAR 2

En el examen y reconocimiento medico post accidente se encontró que la auxiliar de vuelo de acuerdo al examen medico general se encuentra en condiciones normales.

En la valoración de los sistemas nervioso central y periférico, órganos de los sentidos, cardiovascular, respiratorio, digestivo, genito urinario, osteomuscular y piel y faneras se encontraron normales.

En el resumen de datos positivo, concepto de especialistas, se solicita control por ginecología. Diagnóstico sana.

El concepto del examen psicológico establece que por el análisis integral de los instrumentos psicológicos aplicados durante la presente valoración, se infiere que la auxiliar por el momento no presenta ninguna contraindicación desde el punto de vista psicológico para desempeñarse como auxiliar de vuelo. Se le recomienda trabajar técnicas para mejorar sus procesos de atención y concentración.

1.14 Incendio

No se presentó incendio antes, durante ni posterior al accidente.

El personal de bomberos se encontraba en la estación observando el aterrizaje, según su informe manifiestan que la aeronave hizo un aterrizaje bastante largo; sentó ruedas aproximadamente 800 de distancia de la cabecera 20 por donde hizo su ingreso, la pista se encontraba mojada por lluvia sobre la estación.

El personal de bomberos de inmediato realiza el alistamiento y procede al lugar de los hechos. Llegando observa que la aeronave está aproximadamente a 150 metros de distancia de la cabecera 02, la topografía del terreno le impidió acercarse mas, la maquina de bomberos se instaló a 150 metros, procedieron a acoplar un tramo de manguera para dar alcance apropiado al avión con el fin de brindar seguridad, protección y prevención, tarea realizada por un bombero, mientras que otro dirigía a los pasajeros que habían evacuado para dirigirlos a un lugar seguro.

Se realizó una inspección rápida del área y del avión para observar si había derrame de combustible por los planos que pudiese generar una ignición pero no se encontró derrames ni escapes de ninguna sustancia. Los bomberos realizaron un chequeo interno de la aeronave, verificando sistemas de la cabina, interruptores apagados en coordinación con los pilotos de la aeronave. Realizaron un barrido de inspección en la cabina de pasajeros verificando la presencia de algún ocupante después de la evacuación.



Por parte del personal de extinción de incendios se cumplió con los parámetros de tiempo de reacción y alistamiento establecidos para la cabecera más lejana.

Se mantuvo una prevención de aproximadamente una hora, no se utilizó ningún agente extintor.

1.15 Aspectos de supervivencia

El accidente tuvo capacidad de supervivencia. Después de detenida la aeronave las auxiliares de vuelo con ayuda del técnico dirigieron la evacuación en forma rápida y oportuna, según el informe de los bomberos y a las grabaciones de los registradores de vuelo. Se ordena a la policía acordonar la escena. Los pasajeros se dirigieron al un centro asistencial para la respectiva valoración médica. Con el área segura la policía procede a retirar la carga con personal de la empresa explotadora.

Se recibió apoyo igualmente de la Cruz Roja, Defensa Civil, Ejército y Policía.

Según el informe del SEI encargado y con base a este suceso se reflejó que no cuentan con los accesorios necesarios básicos para la atención de una emergencia. Entre lo más notorio se destaca falta de más personal de bomberos para distribuirlo de acuerdo a la emergencia y protocolos establecidos. Falta otra máquina con mayor capacidad de agente extintor. No se cuenta con hidrantes. Falta más capacidad de agua o implementar tanques subterráneos para el aprovisionamiento de acuerdo a la norma de llenado.

El SEI requiere herramientas como camillas rígidas, trauma kits de primeros auxilios (cuellos cervicales para niños, adultos, férulas, vendas, etc.), equipos de water gel para personas con quemaduras, tramos o mangueras para trabajos de presiones 300 PSI de un cuarto y medio con longitudes de 30 y 15 metros recubiertas en caucho, una sierra eléctrica, equipos de iluminación y solicitan por último la reubicación de la estación de bomberos la cual no cumple con la distancia de emergencia dentro de la zona de seguridad. La estación no posee timbre de llamado de emergencia con la torre de control.

1.16 Ensayos e investigaciones

No fue requerido efectuar ensayos técnicos y se contó con la información de los datos arrojados por el CVR y FDR de la aeronave.

1.17 Información sobre organización y gestión

1.17.1 Generalidades

Servicio Aéreo a Territorios Nacionales, SATENA, es una empresa de transporte aéreo comercial regular de pasajeros y carga operada y explotada por el Estado Colombiano.

SATENA opera una red de rutas a los llamados territorios nacionales, lugares donde es escaso el transporte aéreo y terrestre. La empresa cuenta con un Certificado de Operaciones



(CDO) expedido por la autoridad aeronáutica y de vigencia indefinida. La empresa opera aeronaves turbohélice DO328 y aeronaves jet ERJ-145 y EMB-170, todos ellos con matrícula colombiana HK y con matrícula militar FAC conjuntamente.

SATENA cuenta con una organización interna que incluye diferentes áreas de procesos para el desarrollo de sus actividades y establece un nivel jerárquico que permite la toma de decisiones de forma vertical dentro de la empresa a través de la línea de dirección y control.

A la cabeza de la organización se encuentra la junta directiva y luego la presidencia de la compañía, cuyo cargo es ocupado por un General activo de la FAC. En el nivel inmediatamente inferior se encuentra la vicepresidencia que tiene a su cargo las direcciones de operaciones, técnica, comercial, administrativa y financiera. De cada una de las direcciones se desprenden las respectivas áreas de servicio. La dirección de operaciones tiene a su cargo las siguientes áreas: operativa o jefatura de tripulaciones, de direccionamiento operacional, de entrenamiento, de atención de aeropuerto, despacho y de centro de control de operaciones.

La compañía cuenta con un departamento de Seguridad Aérea que depende directamente de la presidencia y está a cargo de un piloto activo de la FAC con grado Teniente Coronel.

En cumplimiento de lo ordenado en los RAC, la empresa cuenta con un Manual General de Operaciones (MGO) el cual es divulgado por la Dirección de Operaciones Aéreas a los jefes de las demás áreas, tripulantes y representantes en los diferentes aeropuertos. El manual es revisado y sus cambios son divulgados al interior de la empresa a través del Área de Direccionamiento Operacional.

Al momento del accidente la empresa contaba con un manual de procedimientos de operación estándar (POE) aprobado por la autoridad aeronáutica el 01 de octubre de 2007 y con la revisión No. 1 del 21 de agosto de 2008 vigente.

La compañía cuenta con un manual de entrenamiento y competencia aprobado el 01 de octubre de 2007 por la UAEAC. Al momento del evento se encontraba vigente la revisión No. 7 del 30 de marzo de 2010. El manual incluía guías para la instrucción del personal dependiendo del cargo.

La aerolínea también cuenta con un manual de despacho aprobado el 01 de octubre de 2007 por la UAEAC. Al momento del accidente, la revisión No. 2 del 30 marzo de 2010 se encontraba vigente.

El piloto al mando debe llevar los originales o copias firmadas del manifiesto de peso y balance, y el plan de vuelo. Se deben mantener copias firmadas del manifiesto de peso y balance y del plan de vuelo en el aeropuerto de origen, y a su vez si éste no es la base principal deben ser enviadas a la base principal en un término no mayor de 30 días.

Con el fin de garantizar la protección de la información, el Jefe de Despacho tiene la custodia de las copias de los documentos retenidos y archiva en la base principal de



operaciones cualquier original o una copia de los récords requeridos durante tres meses, disponibles para inspección por la autoridad aeronáutica cuando se requiera.

SATENA utiliza para sus cálculos de despacho un peso estandarizado por pasajero de 175 libras si es hombre, 143 libras si es mujer y 77 libras para menores de 12 años. El peso del equipaje chequeado por pasajero esta estandarizado en 33 libras y según el manual, cada pasajero puede transportar un equipaje de mano con un peso no mayor a 11 libras. El transporte de carga queda sujeto a la disponibilidad de cupo y espacio dentro de las bodegas del avión.

La verificación de los pesos de despacho se lleva a cabo por medio de básculas en la bodega de carga de la empresa y en el módulo de cada aeropuerto. Las básculas son calibradas cada tres meses.

1.18 Información adicional

1.18.1 OACI Documento 8168. Procedimientos para los Servicios de Navegación Aérea, Operación de Aeronaves, Volumen I, Procedimientos de vuelo.

El Documento OACI 8168, Procedimientos para los servicios de navegación aérea, Operación de aeronaves, Volumen I, Procedimientos de vuelo, en su quinta edición del año 2006, contiene las normas y métodos recomendados para efectuar una aproximación de no precisión. A continuación se reproducen los aspectos más significativos en relación con la presente investigación:

1.7 Control de la trayectoria vertical en procedimientos de aproximación que no es de precisión.

Los estudios han demostrado el elevado riesgo de impacto contra el suelo sin pérdida de control (CFIT) en las aproximaciones que no son de precisión. Si bien los procedimientos mismos no son inherentemente inseguros, con el empleo de la técnica tradicional de descenso escalonado al ejecutar aproximaciones que no son de precisión se está más propenso a cometer errores y por ello no se alienta a su utilización. Los explotadores deberían reducir este riesgo destacando la instrucción y la normalización en el control de la trayectoria vertical en los procedimientos de aproximación que no son de precisión, ...los explotadores deberían emplear la técnica CDFa siempre que sea posible ya que ésta mejora la seguridad de las operaciones de aproximación reduciendo la carga de trabajo del piloto y la posibilidad de cometer errores al ejecutar la aproximación.

1.7.2 Aproximación final en descenso continuo (CDFa).

1.7.2.2 Esta técnica exige un descenso continuo, ejecutado ya sea con guía VNAV calculada mediante equipos de a bordo o mediante cálculos manuales de la velocidad de descenso requerida, sin nivelaciones de altura intermedias. La velocidad vertical de descenso se selecciona ya ajusta para lograr un descenso continuo a un punto localizado a aproximadamente 50 ft por encima del umbral de la pista de aterrizaje o en el punto en el que la maniobra de enderezamiento debe comenzar para el tipo de aeronaves que se estén operando. El descenso se calculará y se llevará a cabo para pasar a la altitud o por encima de ella en cualquier punto de referencia de escalón de descenso.



1.7.2.3 Si no se ha adquirido las referencias visuales que se necesitan para el aterrizaje cuando la aeronave se está aproximando a la MDA/H, la porción vertical (de ascenso) de la aproximación frustrada se inicia a una altitud por encima de la MDA/H suficiente para impedir que la aeronave descienda a través de la MDA/H. En ningún momento se hace volar la aeronave en trayectoria horizontal a la MDA/H o cerca de ésta. Cualquier viraje durante la aproximación frustrada no comenzará hasta que la aeronave alcance el MAPt. De la misma manera, si la aeronave alcanza el MAPt antes de descender hasta acercarse a la MDA/H, la aproximación frustrada debe iniciarse en el MAPt.

1.7.2.6 Debe ponerse énfasis en que al aproximarse a la MDA/H sólo existen dos opciones para la tripulación: continuar el descenso para aterrizar con las referencias visuales requeridas a la vista, o ejecutar una aproximación frustrada. Después de llegar a la MDA/H no hay tramo de vuelo horizontal.

1.7.2.7 La técnica CFDA simplifica el tramo final de la aproximación que no es de precisión al incorporar técnicas similares a las empleadas cuando se realiza un vuelo de aproximación de precisión o un procedimiento de aproximación con guía vertical (APV). La técnica CDFa mejora la toma de conciencia de la situación por parte del piloto y es plenamente congruente con todos los criterios de "aproximación estabilizada".

5.2.3 Procedimientos operacionales normalizados

Los explotadores incluirán en sus SOP orientación concreta para utilizar la tecnología de a bordo combinada con ayudas basadas en tierra, tales como el equipo radiotelemétrico (DME) para facilitar la ejecución de descensos con la pendiente de aproximación constante óptima en las aproximaciones que no son de precisión.

1.18.2 Aproximación de No Precisión de Ángulo Constante - CANPA

La fundación para la Seguridad de Vuelo – Flight Safety Foundation- y su programa de reducción de accidentes en aproximación y aterrizaje (ALAR) instruye a la industria sobre la aproximación de no precisión de ángulo constante (CANPA). En su boletín de seguridad publicó algunas referencias sobre la forma adecuada de volar el descenso en concordancia con los procedimientos para los servicios de la navegación aérea PANOPS. Entre ellos se incluyen los procedimientos operacionales que deberían estar incluidos en los SOPs de los explotadores durante las fases finales del vuelo; a saber:

Preparación para el descenso y aproximación:

- La tripulación debería anticiparse y confirmar la pista en uso y el tipo de aproximación a que va a ser ejecutada;
- Definir la estrategia de navegación lateral para la aproximación, bien sea seleccionando el modo HDG y volar datos crudos (Raw Data) o modo VOR; o seleccionar el modo FMS LNAV monitoreando los datos crudos siempre y cuando la aproximación esté definida en la base de datos del FMS y su exactitud cumple con los criterios de esa aproximación;
- Definir la estrategia de navegación vertical para la aproximación, bien sea usando el modo de velocidad vertical o; el modo FMS VNAV hasta el FAF o más allá de acuerdo con el AOM/QRH y luego el modo de velocidad vertical hasta el MDA/H;



- Insertar la llegada normalizada (STAR) y la aproximación de la base de datos en el plan de vuelo del FMS;
- Insertar los vientos de descenso y de superficie en la página apropiada del FMS;
- Insertar la configuración de aterrizaje y las correcciones de viento en la página apropiada del FMS;
- SI el modo VNAV está autorizado luego del FAF, introducir la MDA/H en la página apropiada del FMS;
- Ajustar las ayudas a la navegación requeridas;
- Planear su descenso para alcanzar el IAF a la altura prescrita y la velocidad planeada.

El aleccionamiento (Briefing) de la aproximación debería incluir como mínimo:

- Verificar la exactitud de la navegación del FMS y confirmar las estrategias de navegación lateral y vertical;
- Revisar las características del terreno, localización y franqueamiento de obstáculos;
- Revisar el perfil vertical de descenso (procedimientos de altitudes escalonadas) y el MDA/H;
- Ajustar y verificar la MDA/H en la muesca (bug) del altímetro barométrico,
- Revisar las referencias visuales esperadas (luces de pista y de aproximación si hubiere);
- Revisar el procedimiento de aproximación frustrada;
- Confirmar el tiempo desde el FAF hasta el MAPt o el VDP, o confirmar la lectura del DME en el VDP;
- Confirmar las ayudas a la navegación (frecuencias, cursos e identificaciones),
- Computar la velocidad de tierra esperada;
- Confirmar la velocidad vertical publicada o computada para el descenso final;
- Confirmar el uso del director de vuelo (FD) o del director de senda de vuelo (FPA) como sea aplicable.

Antes de alcanzar el IAF o el fijo de sostenimiento:

- Mantener el piloto automático enganchado con el FMS o el modo de navegación lateral seleccionado y la navegación vertical como se desee;
- Si se está usando el modo FMS LNAV verificar el nivel de exactitud de navegación del FMS, verificar las ND con el plan de vuelo correcto y "TO WPT", confirmar que el modo FMS LNAV se muestra en el anunciador de modos de vuelo (FMA) y mantener ambas ND en el modo de MAP;
- Ajustar la tasa de descenso para alcanzar el IAF en la altitud descrita en la carta de navegación y con la velocidad adecuada/requerida;
- Establecer la configuración y velocidad deseada (limpio o con Slats extendidos);
- Ajustar la ganancia y la inclinación del radar meteorológico como sea aplicable para el uso óptimo del sistema e incrementar la conciencia situacional horizontal.

Alcanzando el IAF o el fijo de sostenimiento:





- Si el modo FMS LNAV va a ser usado más allá del IAF o el fijo de sostenimiento, mantener ambos ND en el modo MAP únicamente si el FMS está certificado como el único medio para la navegación durante la aproximación, de lo contrario un ND deberá ser usado para monitorear los datos crudos;
- Si el modo HDG o LOC va a ser usado para capturar y alinearse al curso de aproximación final, ajuste el ND del piloto volando (PF) al modo arco o HSI;
- El piloto monitoreando (MP) deberá mantener su ND en el modo MAP para mantener la conciencia situacional;
- Si efectúa sostenimiento, configura la aeronave y establezca la velocidad de maniobra asociada;
- Saliendo del patrón de sostenimiento, selecciones EXIT para ayudar al FMS al correcto secuenciamiento del plan de vuelo.

Una vez ha dejado el patrón de sostenimiento:

- Si el modo FMS LNAV no es usado, usar el modo HDG o VOR para interceptar el curso de aproximación final como sea requerido. Para una aproximación VOR o VORDME, ajustar el curso final de aproximación en el selector de curso del VOR, pero no armar el modo de captura del VOR. Capturar y alinear el curso usando el modo de HDG.
- Para presarse para re-enganchar el modo LNAV para una maniobra de motor y al aire, verifique el secuenciamiento correcto del plan de vuelo del FMS (el "TO WPT" debería estar en el FAF, de lo contrario, programar un "DIR TO" hacia el FAF).

Antes de alcanzar el FAF:

- Alinear la aeronave dentro de los cinco grados del curso final de la aproximación;
- Extender el tren de aterrizaje, armar los spoilers, ajustar los Flaps para el aterrizaje, introducir la velocidad de aproximación final, ajustar la altitud de aproximación frustrada, ejecutar la lista de verificación de aterrizaje;
- Si el modo VNAV va a usarse luego del FAF, introducir la velocidad vertical computada y el curso;
- Si el vector de senda de vuelo va a ser usado luego del FAF, introducir el ángulo de descenso computado o publicado;
- Si el modo VNAV no está autorizado más allá del FAF, deseleccionar el modo VNAV, bien sea seleccionando el modo VS o ALT HOLD, según se requiera.

Alcanzando el FAF:

- -Típicamente entre 0.3 y 0.2 millas náuticas (nm) antes de alcanzar el FAF y para comenzar el descenso en el FAF y mantenerse en el perfil;
- Enganchar el modo VNAV y verificarlo en el FMA, introducir la velocidad vertical publicada o computada en función de la velocidad de tierra;



- Seleccionar el indicador de senda de vuelo FPA si está disponible, iniciar la toma de tiempo, ejecutar verificación cruzada y anunciar el próximo fijo (o distancia DME como sea aplicable) y la altitud de cruce.

Durante el descenso a la MDA/H:

- Monitorear los datos crudos (velocidad vertical, vector de senda de vuelo, curso, distancias, altitudes) y anunciar el perfil vertical por correcto descenso y alineación (a cada altitud/distancia verificar);
- Efectuar verificación cruzada o anunciar la desviación de altitud;
- Ajustar la velocidad vertical como se requiera;
- Anuncia el próximo fijo o distancia DME y la altitud de cruce;
- Ajusta el selector de altitud de acuerdo al SOP aplicable.
- Alcanzando la MDA/H:
- A una altura correspondiente al MDA/H mas 1/10 de la rata de descenso (típicamente la MDA/H más 50 ft hasta 100 ft), anticipar la decisión de motor y al aire para evitar descender por debajo de la MDA/H, como sea requerido por las regulaciones aplicables.

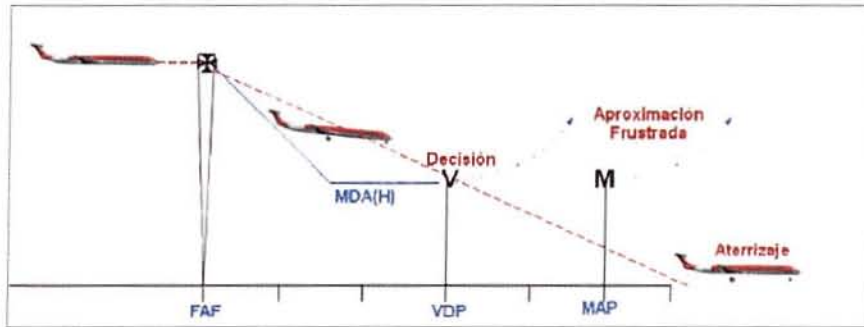
En la MDA/H:

- Si las referencias visuales adecuadas son adquiridas, desconectar el AP y continuar con la aproximación visualmente;
- Si las referencias visuales adecuadas nos son adquiridas, iniciar la maniobra de motor y al aire en accenso y sobrevolar el MAPt para garantizar el franqueamiento de obstáculos;
- Volar el procedimiento publicado de aproximación frustrada.

1.18.3 Puntos de Descenso Visual – VDP

El punto de descenso visual es el punto en la MDA/H desde donde la aeronave puede ser volada hacia la pista en una senda de planeo con un ángulo aproximado de tres grados con las respectivas referencias visuales. La localización del VDP está definida por una distancia del VOR-DME o tiempo desde el FAF. El VDP debería ser considerado como el último punto desde el cual una aproximación estabilizada puede ser ejecutada.





Punto Visual de Descenso en la Aproximación de No Precisión - Fuente: ISE-ALAR Tool Kit.

1.18.4 La Aproximación de No Precisión VOR a la Pista 20 en Mitú

El AIP de Colombia contiene en su sección aeródromos la información relacionada con las operaciones en el aeropuerto de Mitú, incluida la aproximación VOR de no precisión a la pista 20.

La aproximación VOR para la pista 20 inicia sobre el VOR de Mitú MTU con frecuencia 112.2 MHz como fijo de aproximación inicial (IAF) y ayuda primaria a la navegación desde las rutas W-17 o W-23 como tramos de llegada. Existe un procedimiento de hipódromo sobre MTU con curso de entrada 197° y de salida 017° que hace parte del tramo de aproximación inicial en el cual la aeronave ha salido de la estructura de vuelo en ruta y maniobra para entrar al tramo de aproximación intermedia.

Como parte del procedimiento de hipódromo, el tramo de alejamiento se extiende por 1/12 minutos o 6mn del VOR de Mitú y siguiendo la derrota de alejamiento, la aeronave desciende desde 3.000 pies hasta 1.700 pies para iniciar su tramo de aproximación intermedia efectuando un viraje de 180° para interceptar el curso de entrada de la aproximación final de 197°. Una vez establecido en el curso y a 6 nm del VOR MTU, comienza el tramo de aproximación final el cual se extiende desde las 6 nm hasta el MAPt que se encuentra localizado a 2 nm de MTU.

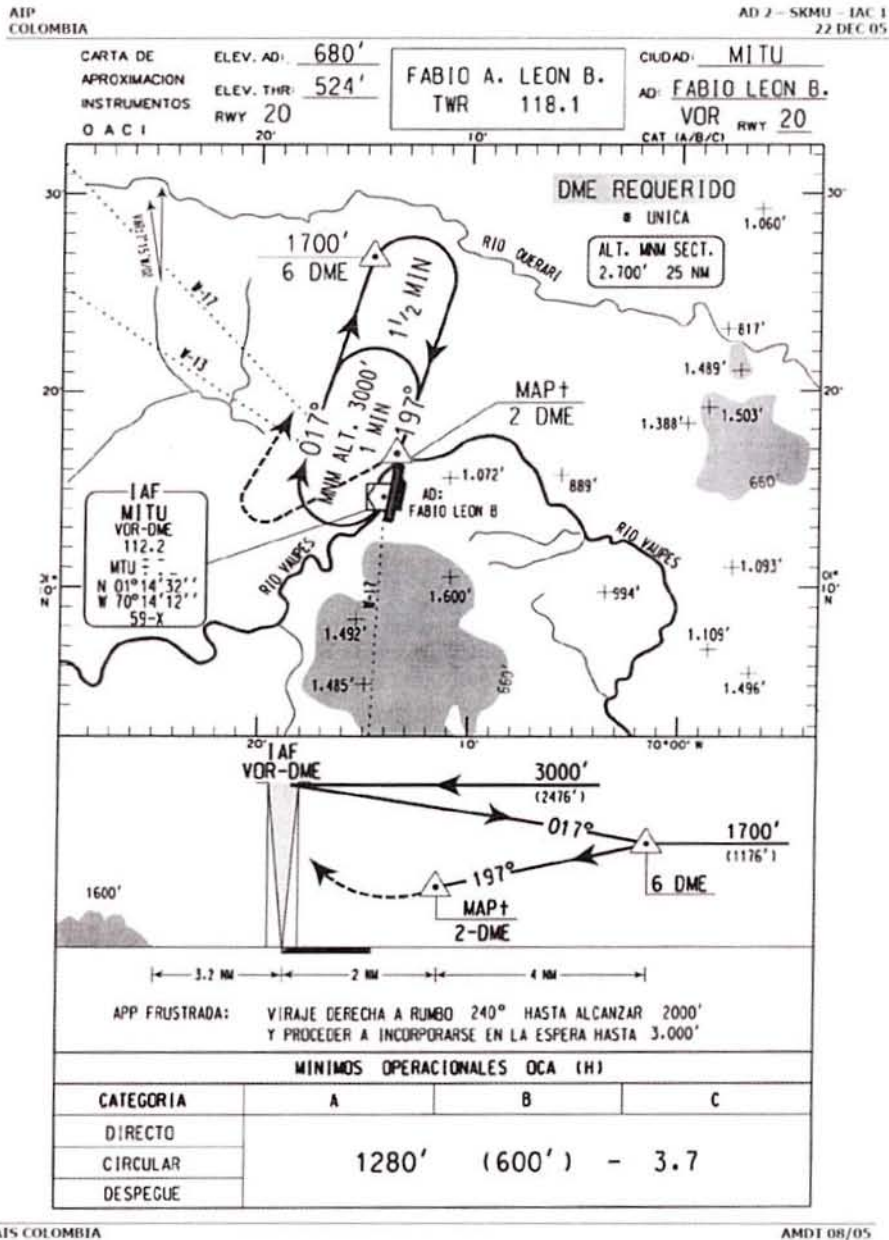
La altitud mínima de descenso para franqueamiento de obstáculos es de 1.280 pies MSL o 600 pies AGL para los dos tipos de aproximación de no precisión que se pueden ejecutar, directa y en circuito¹³. El procedimiento de aproximación frustrada comienza en el MAPt a 2 nm de MTU y obliga a un viraje a la derecha hacia rumbo 240° hasta alcanzar los 2.000 pies y posteriormente proceder a incorporarse en la espera de MTU hasta 3.000 pies MSL.

El procedimiento requiere equipo radio telemétrico de distancia DME. La altitud mínima del sector en un radio de 25 nm del VOR de Mitú es de 2.700 pies. La aproximación está

¹³ OACI Documento 8168 Procedimientos para los servicios de navegación aérea. Volumen I, Procedimientos de vuelo. Quinta Edición - 2006.



autorizada para aeronaves categoría A, B y C¹⁴. La elevación del aeródromo Fabio León Bently es de 680 pies y el umbral de la pista 20° se encuentra a 524 pies MSL. La carta de aproximación tiene fecha de vigencia del 22 de diciembre de 2005.



Carta de Aproximación de No Precisión VOR Pista 20 a Mitú

¹⁴ La categoría de aeronaves para procedimientos de aproximación está determinada por la velocidad en el segmento de aproximación final y sobre el umbral.



1.18.5 Información Adicional del AIP

Según lo establecido en la sección aeródromos del AIP, en su enmienda No. 18 de 2009 y con fecha de vigencia de noviembre del mismo año, existen obstáculos en el área de aproximación de la pista 20 consistente en árboles altos ubicados a 30 metros del umbral. Según la enmienda 21 de 2010, con vigencia 19 de julio, la elevación del umbral de la pista 20 es de 556 pies MSL y su longitud 1.750 metros.

El VOR de Mitú se encuentra localizado en coordenadas 01° 14' 32'' N y 070° 14' 12'' W a una elevación de 680 pies MSL, tiene una cobertura de 100 nm y opera las 24 horas.

El AIP también describe en su sección de aeródromos una altura de cruce de umbral de 52 pies sobre la cabecera 20 siguiendo la guía de las luces de aproximación APAPI con un ángulo de tres grados y gradiente de 5,24%.

AD 2 – SKMU 2
11 FEB 10

AIP
COLOMBIA

12. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA PISTA

RWY	Orientación DEG	DIM (m)	Localización THR	Elevación THR (m/ft)	Dimensiones (m)			Superficie Resistencia ACN/PCN
					SWY	CWY	Franja	
02	019	1.760 x 30	01 14 44.60 N 070 14 08.20 W	168.55 / 553	No	No	2000 x 140	Pavimento asfáltico 31.5/F/B/X/T
20	199	1.760 x 30	01 15 40.80 N 070 13 57.20 W	169.47 / 556	No	No	2000 x 140	

Observaciones: 1. THR 02 desplazado 60 m / THR 20 desplazado 60 m
2. Pista 02/20 presencia de personas y semovientes, ejercer precaución

Características físicas de la pista 20 de Mitú – AIP de Colombia.

1.19 Técnicas de investigaciones útiles o eficaces

Se utilizaron las técnicas recomendadas en el Manual de Investigación de Accidentes de la OACI, Documento 6920-AN y 9756-AN. El estudio de Factores Humanos se desarrolló de acuerdo al Análisis y Clasificación de Accidentes por Factor Humano – ANCLA-FH.

2. ANÁLISIS

2.1 Organización de la Investigación

En concordancia con los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia (RAC) parte VIII - Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación- numeral 8.5.2.9, el 21 de mayo de 2010 se instituyó una junta investigadora conformada por especialistas en diferentes áreas.





compañía también reveló que el Capitán practicó reconocimiento de aproximaciones estabilizadas y aterrizajes discontinuados (balked landings). Sin embargo, no puso en práctica lo aprendido en su entrenamiento.

No existe evidencia de que el Capitán hubiese practicado aproximaciones de no precisión de ángulo constante (CANPA) o que hubiese sido entrenado para calcular el punto visual de descenso (VDP) ni en tierra ni en el simulador. De haberlo hecho, probablemente hubiese ejecutado la aproximación teniendo en cuenta el ángulo constante y la determinación del VDP le hubiese ayudado en su toma de decisiones. El manual de entrenamiento no contiene explícitamente ninguno de las dos maniobras / procedimientos.

El piloto había efectuado aproximaciones de no precisión VOR y NDB, aterrizajes discontinuados, aterrizajes con viento cruzado y tráfico visuales pero no existen registros que demuestren que efectivamente sabía cómo calcular el VDP.

Durante su evaluación en el simulador, el piloto recibió comentarios del Inspector de la UAEAC referente al EGPWS *“recordar que el GPWS da lugar a callouts”*. Sin embargo, en ninguno de los registros se evidencia que el Capitán hubiese tenido dificultad para aprender la maniobra evasiva.

Durante su IOE el piloto chequeador de rutas efectuó los siguientes comentarios en la hoja de progreso: *“No descendir por debajo de los mínimos en la aproximación VOR en Popayán hasta que no tenga condiciones visuales y haya completado la aproximación por instrumentos y le informe al piloto monitoreando”*. A pesar de que la aeronave accidentada era maniobrada por el copiloto, se evidenció que el piloto o bien desatendió la recomendación del chequeador en su momento o descendió por debajo de los mínimos ocasionalmente durante las aproximaciones de no precisión.

Durante su entrenamiento como instructor de ERJ-145 no tuvo comentarios. Su último entrenamiento recurrente en el simulador de vuelo antes del evento lo llevó a cabo el 13 de abril de 2010 y según el concepto del instructor, el Capitán *“demostró pericia y conocimiento de la operación del equipo, es seguro y aplica criterio en los procedimientos normales y de emergencia. Buen manejo de CRM”*, situación completamente contraria a lo manifestado durante el vuelo accidentado. El piloto no fue evaluado en aproximaciones CANPA o cálculo de VDP por parte del inspector de la autoridad aeronáutica.

El Primer Oficial por su parte, recibió el entrenamiento completo para calificarse en el ERJ-145 pero no se encontró evidencia de que hubiese recibido entrenamiento en CFIT, ALA o CANPA. El 21 de enero de 2009 recibió clase de CRM, sin embargo, en el vuelo accidentado demostró que, o bien no se apropió de los conocimientos o desestimó lo enseñado.

La documentación acreditada por la compañía reveló que el Primer Oficial practicó reconocimiento de aproximaciones estabilizadas y aterrizajes discontinuados (balked landing), también practicó aproximaciones de no precisión VOR.



De la misma manera, y por tratarse de una aeronave del estado con naturaleza militar y regímenes de excepción¹⁵, la investigación se acogió al Convenio Interadministrativo entre la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil (UAEAC) y la Fuerza Aérea Colombiana (FAC) celebrado en el año 2007, en donde se establecen los lineamientos para la investigación de sucesos de aviación ocurridos a las aeronaves de la empresa SATENA.

Con base en lo anterior, también se asignaron especialistas por parte de la FAC para integrar la junta investigadora.

Especialistas del grupo de operaciones de vuelo arribaron al lugar del accidente el 5 de mayo de 2010 alrededor de las 15:00 hora local e iniciaron la recolección de evidencias mediante el trabajo de campo.

El 5 de mayo de 2010 se efectuaron entrevistas a la tripulación de cabina de mando en la ciudad de Mitú. Unas semanas más tarde se efectuaron entrevistas adicionales con el fin de complementar la información suministrada.

El 8 de julio de 2010 se efectuó la lectura de los registradores de vuelo en las instalaciones del Centro de Prevención e Investigación de Accidentes de Brasil -CENIPA - (Estado de diseño y fabricación). Los datos obtenidos de la lectura fueron utilizados para el análisis de los aspectos operacionales, objeto del presente informe.

2.2 Operaciones de vuelo

De acuerdo con la documentación acreditada por la empresa para la investigación, la tripulación se encontraba entrenada en concordancia con el manual de entrenamiento. Sin embargo, de las acciones ejecutadas por la tripulación en las últimas fases del vuelo se pudo determinar que, o bien el entrenamiento no había sido suministrado correctamente o los pilotos desestimaban sistemáticamente lo aprendido. Si se tiene en cuenta que ambos pilotos pasaron por extensas horas de clase en tierra y simulador, era de esperarse que se operara el avión tal como lo exige el AOM y el POE.

No existen registros de entrenamiento que demuestren que el Capitán hubiese efectuado entrenamiento en CFIT y ALA posterior al año 2001. Es probable que de haberse suministrado regularmente instrucción en estos dos tópicos, el piloto hubiese sido consciente de los peligros que se enfrentaba durante las últimas fases del vuelo. Aunque su último curso de CRM lo recibió el 08 de septiembre de 2008, demostró que, o bien no se apropió de los conocimientos o los desestimó por completo. Si se tiene en cuenta que dicha instrucción ha de recibirse por lo menos cada dos años, un piloto con su experiencia y calificaciones como instructor tendría bases de conocimiento suficientes para aplicar los principios de CRM en cada vuelo.

El piloto recibió 8 horas de clase en procedimientos normales de operación aprobando satisfactoriamente el entrenamiento en su momento. La documentación acreditada por la

¹⁵ Fallo Consejo de Estado 15662 del 10 de Agosto de 1999.



Durante su entrenamiento e efectuaron comentarios sobre la aproximación estabilizada: “Si no está estabilizado antes del aterrizaje debe hacer sobrepaso...” Sin embargo, a pesar que era el PF, no tomo la decisión de ejecutar un sobrepaso en su debido momento.

A pesar de los reiterados comentarios durante su entrenamiento acerca de la lectura de las cartas de aproximación, se evidenció que el copiloto volaba con la carta a la mano y la leyó como ordenaba el POE.

Los registros no evidenciaron que hubiese sido entrenado para calcular el VDP pero fue evaluado en aproximaciones de no precisión VOR, NDB y CANPA, aterrizajes normales, discontinuados, con viento cruzado y tráfico visuales.

Para ser evaluado en aproximaciones CANPA, el copiloto debía haber sido entrenado en dicha técnica pero los registros de entrenamiento no lo demuestran. Es probable que, o bien nunca hubiese sido capacitado en ese procedimiento o que si así fue, no se apropió de los conocimientos al no ponerlos en práctica durante el vuelo accidentado.

Durante su IOE voló al aeródromo de Mitú y probablemente algunas veces más durante su operación de línea. Su último entrenamiento recurrente en el simulador de vuelo antes del evento lo llevó a cabo los días 24 y 25 de febrero de 2010. Según el concepto del instructor, el Primer Oficial “*tuvo un buen desempeño durante el transcurso de las misiones. Tiene un buen toque de control y conocimiento de los sistemas. Maneja un correcto CRM*”. A pesar de demostrar control de la aeronave durante el vuelo, demostró un pobre CRM, falta de asertividad y limitaciones en la comunicación con el Capitán.

El 25 de febrero de 2010 presentó chequeo de proeficiencia ante el POI. En la hoja de calificación se anotaron las siguientes observaciones: “debe verificar que lo que ordena, el PM lo haga y lo seleccione. Recordar ceñirse al POE para los call outs. Con piloto automático “hace”, manual “ordena”. Lo anterior se evidenció nuevamente en el vuelo accidentado cuando el Capitán manipulaba los interruptores y mandos sin que él se lo comandara. Esta falencia, que fue identificada por el Inspector en su momento, no fue corregida durante su instrucción posterior.

2.2.2 Procedimientos operacionales

La aeronave voló sin contratiempos hasta VVC con el Capitán como PF. Una vez en VVC la tripulación recibió del despacho la documentación para el vuelo a Mitú, que incluía el manifiesto de peso y balance computarizado. Durante los momentos previos al encendido de motores, y mientras los pilotos efectuaban la lista de verificación para el encendido, el procedimiento fue interrumpido en repetidas ocasiones, tanto por el despachador como por la auxiliar de vuelo. El piloto se mostró preocupado por el itinerario y manifestó premura para su salida para no perder el secuenciamiento hacia Bogotá luego de su regreso.

Luego de la interrupción en la cabina de mando, la tripulación continuó con la lista de encendido de los motores sin comenzar de nuevo desde el principio. A pesar de lo anterior, ningún ítem de la lista se pasó por alto. El copiloto solicitó al ATC la autorización para el





encendido de los motores y para el plan de vuelo instrumentos mientras el piloto dialogaba con la auxiliar de vuelo. No se escuchó en el CVR confirmación de la autorización recibida por parte del Capitán.

Una vez encendidas las turbinas la aeronave inició su rodaje hacia la pista 05. Durante el rodaje el piloto efectuó el aleccionamiento para el despegue de acuerdo con el POE y posteriormente entregó el control de la aeronave al Primer Oficial.

El despegue fue normal pero durante el ascenso en ruta y por debajo de los 10.000 pies, el piloto interrumpió la cabina estéril con comentarios ajenos al vuelo discutiendo sobre los tiempos de vuelo y lo apresurado del itinerario con el mecánico de a bordo.

Entre las 10:02:14 y las 10:16:47 el Capitán intentó llamar al despacho de operaciones de la compañía pero no obtuvo respuesta. El despacho podía proveer información adicional sobre las condiciones meteorológicas en ruta, destino y alternos así como efectuar el seguimiento del vuelo suministrando protección adicional al vuelo.

Durante el vuelo de crucero el Capitán repasó con su tripulación las posibles emergencias que se podían presentar, posiblemente tratando de mantener elevada la alerta situacional de su tripulación. También evaluó el combustible a bordo. Sin embargo, durante el tiempo que se utilizó para el repaso de emergencias, no se evaluaron las condiciones de meteorología para el aterrizaje ni se complementó la información sobre la aproximación. Tampoco se efectuó en esta fase de vuelo el aleccionamiento para la aproximación.

El tope del descenso tomó a la tripulación por sorpresa y cuando la aeronave dejó el FL330, el copiloto quien era el PF, trató de transferir el control al piloto para efectuar el aleccionamiento, pero el Capitán se encontraba ocupado llamando al ATC para coordinar el descenso.

El ATC le autorizó su descenso a discreción: *"recibido 9634 continúe acercamiento a la estación QNH 3001 libre de tráfico, descenso a discreción del piloto, notifique 10 millas fuera"*. El piloto colacionó la instrucción pidiendo información de tráfico y un METAR de la estación, a pesar que el controlador ya le había informado que estaba libre de tráfico. La autorización de control, que contenía como limite la notificación de 10 millas fuera, no aclaraba si la aeronave debería volar por la ruta hacia el VOR de Mitú o hacia el fijo de aproximación final.

Posterior a la autorización de descenso, el ATC le confirmó de nuevo al piloto la ausencia de tráfico en la zona y le informó de las condiciones atmosféricas en ese momento en el aeródromo: *"...Mitú operando a la hora en VMC visibilidad predominante 10 kilómetros reducida al November, lluvia en las vecindades aproximadamente unas 5 millas, la visibilidad reducida a unos 7.000 metros...hay nubes fragmentadas a 2.500 pies aproximadamente, cumulonimbos al November pista en uso 20 y viento en calma"* Aunque el reporte decía que la visibilidad predominante era 10 kilómetros, era claro que las condiciones se estaban deteriorando al norte del aeródromo, sector por el que arribaría la aeronave. Éste fue el primer indicio para la tripulación de que se debería efectuar una



aproximación por instrumentos siguiendo la ruta asignada hasta la radioayuda primaria, el VOR de Mitú. Al escuchar el reporte, ambos pilotos lograron identificar el mal tiempo en sus instrumentos, a unas 50 millas adelante, haciendo uso del radar meteorológico.

A las 10:24:59 se efectuó la transferencia de control y el copiloto insinuó una desviación a la derecha antes de comenzar su briefing, una clara indicación que la tripulación era consciente de las condiciones en Mitú. Siguiendo el concepto de WHOLDS establecido en el POE, el copiloto comenzó diciendo: *"reporte meteorológico de Mitú... conocido para aterrizaje.... 7.000 metros"*. A pesar que las condiciones eran conocidas, éstas no fueron evaluadas ni sopesadas en cuanto a la afectación que podía tener para la aproximación y aterrizaje.

El copiloto continuó describiendo el sostenimiento en la radioayuda primaria y la altitud mínima de sostenimiento: *"...ehhh el holding tenemos el VOR de Mitú...ok tenemos uno...preveríamos directo 197 inbound , outbound con una altura mínima de 3.000 pies"*. Luego, cuando se refirió a la autorización recibida, continuó diciendo que iban a volar directo al FAP: *"autorización, vamos a proceder directamente al FAP, 1.700 pies"*. Sin embargo, la autorización del ATC no incluía ese límite.

A pesar que durante su entrenamiento se efectuaron observaciones de que sistemáticamente el copiloto no leía las cartas de aproximación, para éste evento la tenía a mano y la estaba utilizando. A continuación repasó la carta de aproximación VOR para la pista 20 mencionando la altura del FAP de 1.700 pies, el curso de entrada y el MAPt con 1.280 pies.

No mencionó la llegada al MDA ni efectuó el cálculo del VDP para la aproximación. El briefing continuó con el procedimiento de aproximación frustrada.

Las velocidades de aproximación y aterrizaje no se mencionaron explícitamente, aunque probablemente ya estaban ajustadas en el FMS. Tampoco se anunció la cantidad de combustible en ese momento y ni el mínimo para proceder al aeropuerto alterno, simplemente: *"combustible...está calculado, tenemos para regresar..."*.

Al considerar las condiciones para el aterrizaje, el copiloto continuó: *"consideraciones en el aterrizaje, por MEL ninguno, y...recomendaciones para nuestro aterrizaje solamente aves y... viento"*. No se tuvo en cuenta la posibilidad de pista mojada. El copiloto dio por terminado su aleccionamiento de aproximación.

El Capitán le recordó al copiloto sobre las condiciones de la pista: *"acuérdense que por la pista por la que vamos a aterrizar al principio es así, si o no? y después baja...y siempre uno llega a... hasta este punto vea... aquí...y uno pone fijo acá... y después queda uno medio volando y vuelve y aterriza...pa tener en cuenta eso"*. Lo anterior hacía referencia a una ondulación que existe en la superficie asfaltada al comienzo de la pista 20.

Al analizar lo escrito en POE y las acciones de los pilotos durante la parte final de la fase de crucero y el descenso, se evidenció que la tripulación omitió algunos puntos del briefing





tales como el aeropuerto alternativo, el aeropuerto de emergencia, las posibles emergencias, la ruta de escape y la verificación del peso de aterrizaje.

Aunque no está escrito en el POE pero es una práctica regular en la industria, la tripulación tampoco revisó las características del terreno, localización y el franqueamiento de obstáculos. Tampoco revisó el perfil vertical de descenso y el MDA/H; solamente leyó los mínimos en la carta. No se mencionaron las alturas por distancia ni se revisaron las referencias visuales esperadas.

Teniendo en consideración que la aproximación VOR a la pista 20 requiere de un cálculo previo del VDP para evitar una aproximación desestabilizada, la tripulación debería haber confirmado el tiempo desde el FAF hasta el MAPt hasta el VDP. De lo contrario, confirmar la lectura del DME alcanzando el VDP. Tampoco se mencionó en el briefing la velocidad vertical publicada computada para el descenso final ni el uso de la senda de vuelo (FPA) del FMS.

La tripulación no se anticipó para confirmar la pista en uso y el tipo de aproximación que iba a ser ejecutada en Mitú. No definió las estrategias de navegación lateral ni vertical. Es claro que la tripulación no planeó su descenso para alcanzar el IAF a la altura prescrita y la velocidad requerida. Por el contrario, tomó la decisión de volar directo al FAF sin considerar el mal tiempo o incorporarse en el procedimiento de hipódromo publicado.

A las 10:27:55 el ATC informó de lluvia leve sobre el aeródromo y pista mojada. El piloto respondió: "ok enterado, gracias". La tripulación no discutió los nuevos ajustes requeridos o consideraciones en el aterrizaje.

A los 18.000 pies en descenso, el Capitán inició la lista de verificación de aproximación y comentó sobre las condiciones meteorológicas nuevamente: "ahora si apareció la pepita, ahí está véala... listo" pero no hubo cambios en el plan de vuelo. La aeronave volaba directo al FAP.

El piloto verificó el FMS para ajustar el descenso y le insinuó al copiloto que configuraran el avión antes de lo establecido: "...dice que una rata de 2.200 pies, apenas... vamos a empezar a configurar antecitos". Para entonces, ninguno de los pilotos se percató que estarían desviándose de los procedimientos de la aproximación instrumentos.

A las 10:29:34 el piloto le recordó al copiloto que la pista estaba mojada y que efectuara un aterrizaje positivo: "simplemente como está la pista mojadita..ehh el aterrizaje medio positivo sin que sea un "crash" y tan pronto aterricemos le subo flaps y ya". Solamente hasta ese momento, la tripulación tuvo presente las consideraciones para el aterrizaje.

A pesar que el técnico de vuelo hizo varios comentarios durante el descenso acerca del mal tiempo, estos fueron desestimados por la tripulación, quien en cada ocasión, tuvo una oportunidad para replantear la navegación y volar al VOR para efectuar la aproximación como estaba publicada.



Una vez por debajo de los 10.000 pies y luego de hacer la respectiva lista de verificación, el Capitán instruyó al PF para que ajustara el descenso para llegar nivelados y configurar la aeronave antes del FAF.

Aunque el capitán mencionó su intención de efectuar la aproximación instrumentos: *"igual a esta altura ya nos toca enyardarla y mantener la, la aproximación instrumentos...a esta altura es la mera agua"*, continuó volando hacia el FAF y no se replanteó la posibilidad de volar hacia el IAF para hacer el procedimiento publicado. Por el contrario, se evidenció una premura de la tripulación para completar el aterrizaje lo antes posible sin contemplar sostenimiento alguno sobre la radioayuda.

A las 10:32:28 el ATC llamó a la aeronave y el piloto afirmó: *"¡ahh! ¡Se va a cerrar esta #!"* posiblemente preocupado por el deterioro de las condiciones meteorológicas. El ATC le informó que la visibilidad estaba notablemente reducida hacia la aproximación de la pista 20, que había llovido sobre el campo, que previera la aproximación para la pista 02 y que continuara hacia el VOR y notificara 10 millas fuera. La autorización era suficientemente clara para alertar al piloto que debía descontinuar su vuelo hacia el FAF de la pista 20 y que debía reprogramar su navegación para incorporarse en el VOR de MTU para efectuar lo publicado, esta vez para la pista 02. Sin embargo, el piloto colacionó la información y le ordenó al copiloto: *"mantengamos la aproximación normal"*. En el CVR se escuchó cuando el copiloto afirmó: "02" y unos segundos más tarde: *"...si porque está reducido y si no, no podríamos ir hacia el otro lado, nos tocaría que cambiar la pista"*, una demostración de que era consciente del cambio de pista y de la aproximación. A pesar de lo anterior, continuó volando con rumbo al FAF de la pista 20.

Enseguida el capitán llamó al ATC para preguntar la visibilidad al norte del aeródromo. La torre de control le respondió informándole que la visibilidad era ahora de 3.000 metros. Las condiciones meteorológicas estaban ya por debajo de los mínimos publicados de 3.700 metros de visibilidad horizontal para la aproximación a la pista 20. Cuarenta segundos más tarde el piloto afirmó en la cabina: *"el missed approach point esta a dos millas...o sea que no lo vamos a alcanzar a ver...déjelo ahí fresco"*, a su vez, el copiloto afirmó: *"¡esta en todos los mínimos!"*.

Ambos pilotos eran conscientes ahora de que las condiciones no les permitirían completar el aterrizaje para la pista 20, pero en lugar de ajustar la navegación lateral para volar al VOR como habían sido instruidos por el ATC, siguieron volando al FAF de la 20 y el piloto le indicó al copiloto: *"vamos a bajarnos un poquito desde antes..."*.

Cuando estaban a 8 millas del FAF el piloto preguntó al ATC en cuanto observaba la visibilidad por el sur de la estación sin obtener respuesta. El piloto que era el MP seleccionó los flaps en 9°: *"ok estamos a 8 millas, voy a bajar flaps ¿ok?"*. El copiloto respondió: *"8 millas flaps niner"*. Una vez seleccionó los flaps a 9°, el piloto retractó los Speed Brakes. Para entonces, la aeronave volaba con rumbo 126°, 230 KIAS y en descenso a través de 3.000 pies.



Aunque el Primer Oficial era el piloto volando, era claro que quien se encontraba tomando las decisiones y ordenando la configuración era el Capitán, en contra de lo establecido en el POE. Si bien el comandante de la aeronave continúa siendo la autoridad en la cabina de mando, el accionar controles, palancas o interruptores sin ser ordenado por el PF puede generar confusión al salirse de los procedimientos estándar y demostrar un pobre CRM.

Teniendo en cuenta que este no era un vuelo de instrucción, las tareas de PF y MP deberían respetarse para evitar confusión y transferencia negativa de mando. El piloto, quien probablemente por su formación como instructor del avión sentía que era su deber instruir al copiloto en esta fase del vuelo, ha debido ordenar la transferencia de control o bien ceñirse a lo estipulado en el POE.

El piloto llamó al ATC y notificó 10 millas fuera de la estación, el ATC le respondió: "...recibido pista 20, viento en calma a la hora...notifique pista a la vista o prevea circular para 02" Lo anterior, contradujo la autorización previa de volar hacia el VOR para efectuar la aproximación publicada para la pista 02 y le dio implícitamente al piloto la posibilidad de seguir para la 20 si tenía la pista a la vista. De lo contrario, el piloto debería circular para la 02.

Los pilotos siguieron volando directo a interceptar el curso final para la 20. Cuando la aeronave se encontraba cruzando el radial 345° a unas 7,8 millas del VOR con rumbo 122°, el copiloto ordeno el tren abajo. Al mismo tiempo el técnico de vuelo y el Capitán comentaban sobre el mal tiempo ahora visible para ellos.

Cuando el avión pasaba por 1.500 pies sobre el terreno el capitán efectuó el respectivo anuncio y seleccionó los flaps a 22° sin que lo comandara el PF. El copiloto anunció la acción del MP: "flaps 22", confirmación de una acción que no había comandado. Treinta segundos más tarde, el piloto le informó al copiloto que estaban a 3 millas fuera (del FAF) y le ordenó que siguiera la navegación lateral por el FMS. El copiloto cuestionó la orden del Capitán pero se limitó a seguir la instrucción recibida. Lo anterior, demostró un pobre planeamiento de la aproximación si se tiene en cuenta que la tripulación ha debido describir la estrategia de navegación lateral y vertical para desde el aleccionamiento antes del descenso.

Así mismo, el POE ordena que 9 millas antes del FAF, el modo de navegación lateral deber ser HDG, con LNAV armado y navegación convencional. A 2 millas, la aeronave debe ser volada con modo HDG y el curso de entrada seleccionado. La tripulación ha podido usar el modo HDG o VOR para interceptar el curso final como era requerido y prepararse para la aproximación frustrada re-enganchando el modo LNAV y verificando el plan de vuelo del FMS posteriormente.

A las 10:37:24 y cuando el avión cruzaba el radial 352° a unas 7,2 millas de MTU y 1.576 pies de altitud, por debajo de la altitud mínima a cruzar el FAF de 1.700 pies, el copiloto ordenó bajar los flaps a 45°. Cuatro segundos más tarde el comandante anunció: "flaps 45... ¡póngale, póngale, póngale!". Para ese momento, la velocidad había disminuido hasta los 129 KIAS.





Cuando el PF solicitó la BEFORE LANDING CHECKLIST, el MP respondió diciendo: *"ok, QAP...no lo lleve tan arrastrado, déjele velocidad...déjelo ahí en 145"*. La aeronave había perdido velocidad rápidamente en razón al encabritamiento de 7,5° y había descendido hasta los 1.540 pies MSL, 946 AGL. El copiloto incrementó el empuje hasta 76% para recuperar la velocidad y la aeronave comenzó a ascender y se mantuvo en 1.600 pies MSL, 100 pies por debajo de la altitud mínima antes del FAF. La aeronave aún no se encontraba establecida en el curso final.

El Capitán llamó al ATC anunciando que estaban virando a tramo final y el PF comandó: *"vertical speed"*. El capitán decidió ajustar 1.300 fpm y le ordenó que continuara virando al tramo final de la aproximación y estando a 6,5 mn de MTU cruzando el radial 001°, virando hacia la derecha a través de rumbo 139° con 1.500 pies de altitud en descenso y 147 KIAS, el piloto exclamó: *"ah no... eso esta bueno, fresco vamos a bajar para 1.300, le voy a poner 800 pies de rata ...siga virando que ahí vamos bien, ahí va perfecto, ahí va perfecto."*

Para entonces, la tripulación había iniciado su descenso hacia la MDA aún en viraje y sin haber interceptado el curso de aproximación final. Continuó su descenso hasta los 1.200 pies MSL, 605 AGL a unas 5,6 mn del VOR cruzando el radial 009° y virando a la derecha a través de rumbo 179°. En ese momento sonó la alarma del EGPWS: "MINIMUMS MINIMUMS".

La fase de aproximación final careció de toda coordinación en la cabina de mando. En lugar de anunciar las acciones y monitorear activamente los instrumentos de vuelo (a excepción del call out de 1.500 pies), el MP se limitó a dar instrucciones al PF de cómo llevar la aeronave para aterrizar a toda costa por la cabecera 20. No se siguieron los lineamientos para la aproximación descritos en el POE.

El capitán mencionó: *"vamos a entrar ahorita en lluvia, mantenga la altura...es a 2 millas, estamos a 5 millas todavía"*. La aeronave ya estaba en la MDA y acercándose al VDP pero la tripulación no había efectuado dicho cálculo y se limitaba a encontrar la pista visualmente.

La tripulación omitió monitorear los datos crudos (velocidad vertical, vector de senda de vuelo, curso, distancias, altitudes) y anunciar el perfil vertical por correcto descenso y alineación. También omitió efectuar la verificación cruzada o anunciar la desviación de altitud cuando dejaban los 1.700 pies antes del FAF. Tampoco anunció el próximo fijo o distancia DME y su altitud de cruce.

El Capitán continuó dando instrucciones a su copiloto de que mantuviera la altura y le ajustara más empuje a los motores. Cuando la aeronave se encontraba a 578 pies AGL el piloto exclamó: *"estoy viendo que de pronto nos podemos abrir ahorita allí a la derecha"*. El copiloto respondió diciendo: *"y hacerlo por la 02"* refiriéndose a una aproximación circular para la otra pista. Sin embargo, el Capitán insistía en que continuara directo. En ese momento la aeronave había descendido por debajo de la MDA hasta los 1.080 pies MSL y



se mantuvo entre esa altitud y los 1.200 pies mientras volaba hacia la pista. Sin embargo, como la navegación lateral se encontraba enganchada al FMS y el piloto automático seguía conectado, la aeronave inició un viraje hacia la derecha hasta rumbo 220° intentando interceptar el curso de entrada. Posteriormente viró hacia la izquierda. En ese punto, la aproximación estaba desestabilizada.

La tripulación no se anticipó a la decisión de frustrar la aproximación, tampoco inició la maniobra de motor y al aire en ascenso ni sobrevoló el MAPt para garantizar el franqueamiento de obstáculos; el MP no efectuó ninguno de los anuncios respectivos ordenados por el POE.

El piloto le ordenó al copiloto que alterara el rumbo hacia la derecha, que pasara a vuelo manual y se mantuviera a la derecha. El copiloto desenganchó el piloto automático y a las 10:39:46 el piloto decidió aproximar por la otra pista ordenándole al copiloto: *"abrásé allá y nos metemos por el otro lado, sí, ¿si ve? manténgase visual con esta altura, ¿listo?"*. La tripulación aún no había adquirido referencia visual y tomó la decisión de efectuar una aproximación circular para la pista 02. Ya había pasado el MAPt y se encontraba ahora volando con 150 KIAS a 1.200 pies MSL.

Cuando la aeronave pasó por rumbo 230° en su viraje hacia la derecha, el Capitán de repente vio la pista y le ordenó a su copiloto que efectuara un viraje de 360° por el mismo lado. El copiloto inquirió sobre el viraje a la derecha a lo cual el Capitán respondió afirmativamente en una señal de que el PF se estaba dejando guiar por el MP y hasta ese momento, la toma de decisiones era ambigua. El PF no tomó la decisión de frustrar la aproximación. Tampoco sugirió que se descontinuara el procedimiento ni evitó que el Capitán replanteara por completo las condiciones de vuelo por tercera vez.

La aeronave inició el viraje por la derecha con el tren abajo y 45° de flap ascendiendo hasta 1.350 pies de altitud e incrementó su velocidad hasta 150 KIAS. El Capitán insistió en incrementar el empuje para mantener la velocidad. Durante gran parte de los 360° de viraje la tripulación no tuvo referencia visual con el terreno. La aeronave volaba fuera del área de protección de franqueamiento de obstáculos.

El piloto siguió guiando al copiloto mientras hacían el viraje y le ordenó sacar los planos a nivel en rumbo 150° inicialmente, luego le ordenó mantener rumbo 140° y finalmente en 150° exclamando: *"...yo vi la pista ahorita"*. El vuelo continuaba aún en IMC.

Cuando el avión pasó por rumbo 140° el piloto exclamó: *"¡ya la vi! ¡ya la vi!, ¿ya la vio allá? ¡véala, allá está!, ¡siga virando, vaya virando!"*. Fue entonces cuando el copiloto tuvo la pista a la vista momentáneamente.

El ATC llamó a la aeronave y preguntó su posición, el piloto contestó que estaba en final corta. En ningún momento el piloto avisó de su posición, de sus intenciones ni de que se estaba ejecutando un viraje de 360° por la derecha sobre el MAPt.



Cuando la aeronave pasaba los 500 pies AGL, estaba entrando en lluvia y el PF pidió los limpiaparabrisas por segunda vez. Inmediatamente el Capitán le ordenó al copiloto: "bájese... no la vaya a perder. El PF le preguntó al MP si tenía la pista a la vista, y sugirió al comandante que el vuelo continuara "entre los dos". La investigación no pudo determinar si con la exclamación anterior el copiloto se refería a que el aterrizaje lo efectuaran ambos pilotos o que la referencia visual se mantuviera entre los dos pilotos. Sin embargo, cualquiera que fuera la intención, se encontraba fuera de los procedimientos normales de operación para la fase de vuelo.

Cuando el comandante le ordenó bajarse, el copiloto disminuyó el empuje hasta ralenti e incrementó la tasa de descenso abruptamente. Fue entonces cuando sonó la alarma del EGPWS: SINK RATE-PULL UP con la respectiva iluminación del MASTER CAUTION. El avión tenía 138 KIAS, con -6° de encabritamiento y estaba a tan solo 265 pies AGL. Aún no se encontraba alineada con el eje de la pista.

El FAC 1173 continuó su descenso mientras la alarma del EGPWS seguía sonando. La velocidad cayó hasta los 136 KIAS y fue entonces cuando el PF ajustó el empuje para 72%, una clara indicación que la aproximación se encontraba completamente desestabilizada. A pesar de lo anterior, la tripulación no efectuó sobrepaso; tampoco aplicó la maniobra de recuperación de alarma de EGWPS como está descrito en el POE:

Evite aproximaciones sin empuje, vuele el avión en una senda de planeo estable hacia el punto de toque. Grandes cambios en velocidad requieren grandes cambios en empuje y actitud. La velocidad debe estar entre +10 kt, -0 kt con respecto a la velocidad de aproximación. Cambios innecesarios de NI de más de 5% pueden desestabilizar la aproximación.

Evite excesivo régimen de descenso durante la aproximación final, régimen de descenso superiores a 1000 f/m en final corta deben ser evitados. Si se ha producido un excesivo régimen de descenso, se debe iniciar el procedimiento de aproximación frustrada inmediatamente.

La aeronave cruzó el umbral de la pista 20 con aproximadamente 96 pies de altura, una velocidad de 139 KIAS, 77,3% de empuje y un alto régimen de descenso con la alarma EGPWS aún sonando.

El avión alcanzó una velocidad de 145 KIAS a 38 pies sobre la pista con los motores aún en 66% de empuje y 3° de banqueo hacia la derecha mientras el Capitán exclamó: "tégalo atrás...esa vaina". El avión sentó ruedas a 142 nudos de velocidad de tierra (132 KIAS) con las palancas de potencia atrás y los motores en empuje mínimo. Para entonces ya había recorrido una parte de la pista y había sobrepasado el punto de toma de contacto. La técnica de enderezamiento utilizada por la tripulación, diferente a lo estipulado en el AFM, permitió que el avión flotara sobre la pista. A pesar que el comandante había instruido al copiloto que efectuara un aterrizaje firme, al momento del enderezamiento ordenó lo contrario.





Los Spoilers se extendieron y el copiloto aplicó el empuje reverso con ambas palancas de potencia al mismo tiempo que aplicó presión en los frenos. Sin embargo, el empuje reverso en ninguno de los dos motores incrementó. El copiloto avanzó la palanca de potencia del motor derecho hacia la posición de 20° de recorrido; inmediatamente el NI del motor izquierdo comenzó a incrementarse y la palanca derecha fue retrocedida nuevamente hacia la posición reverso; la aeronave tenía ahora 95 KIAS disminuyendo con una aceleración longitudinal de -0,16 g. Cinco segundos más tarde, la palanca de potencia del motor izquierdo fue avanzada hacia adelante luego hacia atrás nuevamente. El NI del motor derecho permaneció en ralentí mientras el NI del motor izquierdo disminuyó nuevamente hasta idle. El Embraer 145 posee un sistema que evita el uso accidental en forma diferencial de los reversos. Por lo tanto, al detectar que el inversor del lado derecho no funcionaba, el motor izquierdo no acelera. Cuando el piloto coloca de nuevo el acelerador de la derecha al ralentí, el motor izquierdo comenzó a acelerar para generar empuje reverso, pero el piloto, una vez más trata de aplicar el inversor de la derecha, haciendo que el motor izquierdo se inhiba de nuevo. El hecho de que se hiciera este ciclo fue una acción que pudo aumentar la distancia necesaria para frenar el avión.

La tripulación no efectuó los respectivos anuncios durante la fase de aterrizaje. Tampoco se evidencio en el CVR que alguno de los dos pilotos tomara la decisión de discontinuar el aterrizaje utilizando la técnica del POE. El POE contiene instrucciones sobre el frenado en pistas húmedas:

...para masificar el rendimiento de frenado en pistas secas o húmedas aplique máxima presión continua en los frenos de los pedales. El sistema ANTI-SKID ajustará los frenos para un óptimo rendimiento de frenado. NO BOMBEE LOS PEDALES

y una nota sobre el conocimiento de la técnica de frenado con pista mojada:

Conozca el procedimiento establecido en el AOM-AFM para la técnica de aterrizaje en pista mojada y procedimiento para uso de frenos y sistema anti skid. Igualmente tenga en cuenta la retracción de flaps para permitir mayor contacto del tren y aeronave con la superficie.

Lo anterior contradice lo establecido en el AFM que en su sección de procedimientos normales no contempla acciones diferentes para pista mojada ni la retracción de los flaps en ningún momento durante la carrera de aterrizaje:

LANDING

Airspeed VREF XX
Thrust Levers IDLE OR REVERSE
If reverse has been used, select IDLE at 50 KIAS.
Brakes..... AS REQUIRED

Sin embargo, el MP retractó los flaps durante la carrera de aterrizaje a la posición de 9°. Cuando el avión llevaba 78 KIAS, se escuchó en la cabina de mando: "iniciando freno" seguido de "acción de frenado". De inmediato la presión de los frenos principales aumentó



su valor hasta las 1.600 psi. Los datos del FDR revelaron que el Primer Oficial presionó los pedales de freno un segundo antes de la toma de contacto, aplicó los frenos por espacio de 5 segundos y luego aflojó la presión en los pedales.

El Capitán por su parte aplicó los frenos un segundo después que la aeronave sentó ruedas y continuó presionando ligeramente hasta los 80 KIAS, luego soltó la presión y volvió a aplicarlos de nuevo dos segundos después. A partir de ese momento, ejerció toda la presión en los pedales de freno. El Primer Oficial aplicó nuevamente presión en sus pedales de freno 8 segundos después de la toma de contacto, inicialmente al 20% y luego al 100%.

Lo anterior contradice lo establecido en el POE: *"El sistema ANTI-SKID ajustará los frenos para un óptimo rendimiento de frenado. NO BOMBEE LOS PEDALES"*. La aeronave abandonó la superficie pavimentada de la pista a una velocidad de 52 KIAS con rumbo magnético 165° alcanzando una aceleración longitudinal de -0,313 (g). Impactó el terreno en varios puntos durante la trayectoria y el tren principal se desprendió. Por esta razón sonaron las alarmas de TAKE OFF CONFIGURATION. Durante su excursión por la zona de seguridad, y posiblemente como resultado de los impactos, la palanca de potencia del motor izquierdo fue avanzada hasta la posición de MAX; la palanca derecha permaneció en MAX REV. El motor izquierdo permaneció encendido mientras el derecho se apagó como resultado de los impactos.



Posición aproximada de toma de contacto¹⁶

¹⁶ Imagen servidor Google Earth®



Una vez se detuvo la aeronave, la auxiliar de vuelo llamó a la cabina de cabina pilotos por el intercomunicador sin obtener respuesta. Al mismo tiempo abrió la puerta de cabina de mando. En la cabina de pasajeros, las auxiliares comenzaron a gritar sus comandos de evacuación, mientras tanto, en la cabina de pilotos se escucharon los comandos de las auxiliares de vuelo y al ATC llamando a los bomberos para activar el plan de emergencia.

El motor izquierdo permaneció encendido. El técnico de vuelo salió de la cabina de mando mientras los pilotos permanecieron sentados en sus sillas. No se escuchó en el CVR que la tripulación leyera o ejecutara la lista de evacuación de emergencia.

El POE define las acciones en una emergencia en tierra claramente: *"Al terminar la lista de chequeo de EMERGENCY EVACUATION el comandante dará la orden de EVACUAR EVACUAR- EVACUAR, seleccionando Passanger Button PAX en el Digital Audio Panel, nombrando las salidas disponibles"*. Sin embargo, ninguno de los pilotos ejecuto el debido procedimiento. Aunque el piloto dio el comando de evacuar a la tripulación, los motores aún estaban encendidos por que no se había ejecutado la lista de verificación requerida.

El motor izquierdo permaneció encendido hasta que el técnico de vuelo regresó a la cabina de mando y pidió al Capitán que apagara los motores. Habían pasado 61 segundos desde que la aeronave se detuvo. El piloto respondió diciendo que ya había apagado los motores, la investigación de campo reveló que las palancas de Fire Extinguishing Handles no fueron haladas por los pilotos para tal efecto. La turbina izquierda fue apagada a las 10:43:59.



Posición de las Palancas de Cortafuegos



2.3 Organización y Gestión

El análisis de POE demostró que a pesar que el CANPA era definido en su Capítulo 1, Introducción y Definiciones, el procedimiento no era detallado en el Capítulo 4, Procedimientos Normales.

La revisión del Capítulo 4 también reveló que el manual carecía de una guía completa para efectuar el aleccionamiento para la aproximación. Aunque el concepto WHOLDS es acertado, el briefing no incluía lineamientos específicos en la determinación de las estrategias de navegación lateral y vertical; tampoco incluía el revisar las referencias visuales esperadas ni la confirmación del uso del director de vuelo o FPA como fuera aplicable.

Una revisión de los anuncios y acciones a realizar por los pilotos durante las aproximaciones reveló que al llegar a la altura mínima de descenso, al DH o al MAPt, el MP debe anunciar "minimums" y el PF debe iniciar la aproximación frustrada o aterrizar.

Si se tiene en cuenta que en algunas aproximaciones de no precisión el MAPt está ubicado en una posición geográfica tal que no permitiría a la aeronave continuar con una aproximación estabilizada, el hecho de ordenarle a la tripulación que tome la decisión de aterrizar en ese punto induce al PF al error.

El manual contempla una sola tabla de anuncios y acciones para todo tipo de aproximaciones, bien sean de precisión, de no precisión o visuales. Como buena práctica en la industria, algunos SOP contienen tablas por separado para los diferentes tipos de aproximación, dándoles a los pilotos las instrucciones específicas teniendo en cuenta las diferencias en la ejecución de las tareas en la cabina de mando.

El hecho de tener tablas separadas en el POE, y en especial la de aproximaciones de no precisión, le permite a los tripulantes diferenciar el secuenciamiento de sus acciones. De hecho se podrían incluir anuncios específicos en relación al VDP, al MDA y MAPt, permitiéndole a la tripulación identificar claramente los segmentos en la fase de final y a la vez que se eleva la alerta situacional.

Debería incluirse en el POE, luego de proveer el entrenamiento como sea requerido, instrucciones claras sobre como la tripulación debería calcular el VDP, orientar a los pilotos en la importancia de su identificación y las consideraciones que se deben tener al respecto en cuanto a continuar por debajo de la MDA o efectuar el sobrepaso una vez la aeronave ha dejado el VDP.

Como se mencionó anteriormente, el CANPA, a pesar de estar referenciado en el POE, no estaba descrito. No existía en el manual lineamientos de como la tripulación debería volar el CANPA ni como ajustar su navegación a bordo para tal efecto. Teniendo en cuenta que los tripulantes están siendo evaluados en éste tipo de aproximaciones (ver Información del Personal) es de esperarse que los procedimientos estuvieran descritos en el POE.



El CANPA requiere de un manejo puntual de los sistemas de navegación a bordo, una descripción clara de las intenciones durante el aleccionamiento y los anuncios y acciones estandarizadas.

Aunque el POE contempla la maniobra evasiva en caso de una alarma del EGWPS, del análisis de la tabla de acciones y call outs se infiere que ésta debe ser la acción a tomar cuando una colisión contra el terreno es inminente. Sin embargo el POE no aclara la acción a ejecutar con los otros modos del sistema como un de excesivo régimen de descenso, pérdida de altitud después del despeque o configuración anormal de la aeronave.

El POE contiene en forma gráfica los procedimientos estándar para la aproximación de no precisión volando de forma manual y con piloto automático. En ambos casos, las gráficas exhortan a volar desde el FAP hasta el MAPt y una vez allí, tomar la decisión de aterrizar.

En ninguna de las dos gráficas, que son entendidas por los pilotos como la secuencia de acciones de ésta fase del vuelo, se menciona el VDP. Es muy conveniente que las gráficas en mención incluyan el VDP (genérico) y las acciones / decisiones de la tripulación en éste punto, de tal manera que al llegar el MAPt la tripulación pueda iniciar su aproximación frustrada publicada garantizando el franqueamiento de obstáculos y se evite la tentación de esperar hasta el MAPt para intentar el aterrizaje de forma no estabilizada.

Como procedimiento normal de operación en el aterrizaje, el POE instruye a los pilotos a iniciar la acción de frenado una vez la aeronave alcanza los 80 KIAS dependiendo de la condición de la pista, la longitud remanente y acción de frenado. La anterior, que es una práctica en la industria por motivos principalmente económicos, contradice la técnica de frenado descrita por el fabricante de aplicar máxima presión en los pedales de freno tan pronto como el tren principal ha hecho contacto con la pista.

Si se tiene en cuenta que las distancias de aterrizaje están calculadas con la técnica de frenado del fabricante, el operar la aeronave de la forma descrita en el POE pone a la aeronave fuera de los límites. Por otro lado, una tripulación que durante su operación regular inicia la acción de frenado a los 80 KIAS una y otra vez, cuando se ve enfrentada a condiciones excepcionales tiende a aplicar la misma técnica, así las circunstancias le indiquen que debe hacer lo contrario. Para el caso que nos ocupa, la tripulación presionó levemente los pedales de freno inclusive antes de la toma de contacto, pero no ejerció la máxima presión hasta que la aeronave pasó por los 80 KIAS.

El POE incluye textualmente: "*Conozca el procedimiento establecido en el AOM-AFM para la técnica de aterrizaje en pista mojada y procedimiento para uso de frenos y sistema anti skid. Igualmente tenga en cuenta la retracción de flaps para permitir mayor contacto del tren y aeronave con la superficie*". Una revisión del AOM reveló que en dicho manual la técnica de aterrizaje y frenado para pista mojada era la misma que para pista seca y procedimiento normal: - Aplique los frenos como sea requerido tan pronto el tren principal haga contacto. Por otro lado, el POE dice que el piloto debe tener en cuenta la retracción de los flaps "*para permitir mayor contacto del tren y aeronave con la superficie*". En ningún momento el AFM incita a subir los flaps durante la carrera de aterrizaje. Considerando que



el ERJ- 145 cuenta con SPOILERS que se extienden automáticamente en la toma de contacto (o manualmente por el piloto) para garantizar un asentamiento positivo de la aeronave sobre la pista y a la vez cumplir con sus funciones aerodinámicas sobre el perfil, el retraer los flaps para permitir mayor contacto sobre la superficie no sería requerido. Por el contrario, al subir los flaps a 9°, tal como hizo la tripulación del HK-4536, se disminuye la resistencia parásita y su efecto en el frenado aerodinámico aumentando la carrera de aterrizaje.

Por su parte, el POE no describe claramente el procedimiento de aterrizaje discontinuado una vez la aeronave ha descendido de los mínimos de aproximación o ya se encuentra sobre la pista sin el empuje reverso. De haberse ejecutado la maniobra de aterrizaje discontinuado en su momento, la tripulación hubiese contado con un último recurso antes de salirse de la pista.

MANUAL DE ENTRENAMIENTO

El manual de entrenamiento aprobado contenía a nivel general las materias que veían los pilotos en clase. Sin embargo, al revisar el módulo de instrucción de tierra dice que los pilotos ven 8 horas de procedimientos normales de operación. El manual no aclara si durante su estas 8 horas los pilotos son entrenados en aproximaciones CANPA, cálculo del VDP y demás.

Revisando el plan de lecciones en las misiones del simulador, se observa que los pilotos practican aproximaciones de no precisión durante casi todo su entrenamiento. Sin embargo, la lección no es explícita en cuanto a si los pilotos practican el CANPA con su respectivo cálculo del VDP.

El manual tiene los criterios de calificación de los tripulantes durante su IOE pero no incluye procedimientos CANPA ni cálculo del VDP. Tampoco incluye el reconocimiento de aproximación estabilizada.

MANUAL DE DESPACHO

Teniendo en consideración las incongruencias presentadas en el manifiesto de peso y balance acreditado por la compañía para la investigación y la aseveración del despachador del aeropuerto de origen de que los datos allí consignados eran correctos, se infiere que, o bien el despachador no había sido entrenado correctamente para manipular el sistema computarizado de despacho o había desestimado la instrucción recibida. El manual de despacho suministrado para la investigación no contenía los lineamientos de operación del software de peso y balance utilizado por el personal encargado.

2.4 Ayudas para la Navegación

De acuerdo con la carta de aproximación por instrumentos VOR para la pista 20 publicada en el AIP de Colombia, el FAF se encuentra a una distancia de 6 mn del VOR de Mitu (MTU). De la misma manera, la carta establece un punto de aproximación frustrada MAPt



a las 2 mn de MTU y una altitud mínima de descenso de 1.280 pies MSL (600 pies AGL) para todas las categorías de aeronave. El AIP describe en su sección de aeródromos una altura de cruce de umbral de 52 pies sobre la cabecera 20 siguiendo la guía de las luces de aproximación APAPI con un ángulo de tres grados y gradiente de 5,24%.

Teniendo en consideración la ubicación del VOR de Mitú en coordenadas $01^{\circ} 14' 32''$ N y $070^{\circ} 14' 12''$ W, el umbral de la pista 20 se encuentra a 1,17 nm del VOR y azimut $192,13^{\circ}$. Así mismo, el punto de aproximación frustrada MAPt se encuentra 2 nm del VOR y el fijo de aproximación final FAF a 6 nm del VOR.

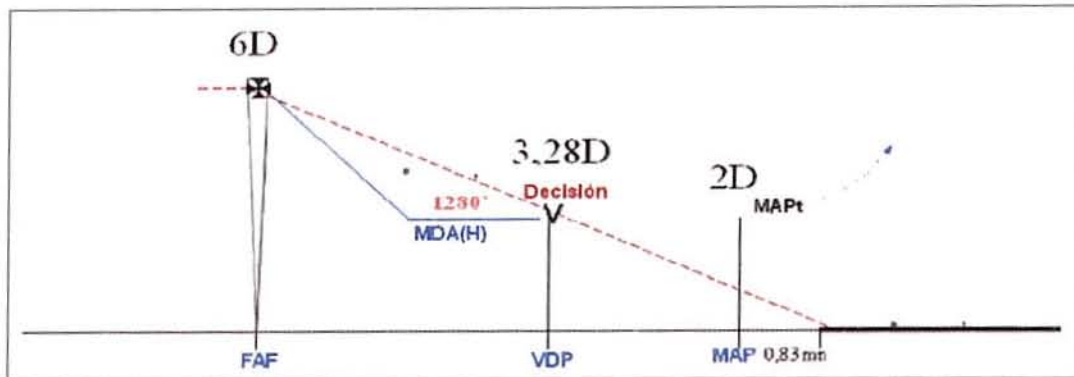
De acuerdo con la ubicación del VOR, la distancia del MAPt al umbral de la pista 20 es de 0,83 mn en concordancia con lo establecido en los PANOPS¹⁷ de OACI. Teniendo en cuenta la altura mínima de descenso publicada en la carta de aproximación (MDH) de 600 pies y la altura de cruce de umbral de la pista 20 (TCH) de 52 pies AGL (AIP), la aeronave debería descender desde la MDA/H al umbral de la pista 20 aproximadamente 548 pies. Si tenemos en cuenta que el gradiente óptimo de descenso de 5,2% implica descender 318 pies por milla náutica, localizando el punto visual de descenso aproximadamente a 548/318 pies o 1,72 millas del umbral de la pista 20. Como se mencionó anteriormente, el umbral de la pista 20 se encuentra ubicado a 1,17 millas del VOR de Mitú, lo que ubicaría espacialmente el punto visual de descenso VDP a 2,89 millas del VOR.

El cálculo anterior se ha efectuado tomando como referencia la altura mínima de descenso publicada de 600 pies AGL o 1.280 MSL que toma como referencia la elevación del aeropuerto (680 pies) y no sobre el umbral de la pista 20 que es de 556 pies según la enmienda 21 de 2010 del AIP,

Efectuando el mismo cálculo pero tomando como referencia la elevación del umbral de la pista 20 de 556 pies publicada en la enmienda del AIP, la altura a descender por la aeronave desde la altitud mínima de descenso de 1.280 pies hacia el umbral para cruzarlo con 52 pies por encima (608 pies MSL) sería de 674 pies. Ajustado al gradiente estándar de descenso de 5,2% resulta en un punto visual de descenso VDP de 318/674 pies o 2,11 mn desde el umbral de la pista 20, equivalente a 3,28mn del VOR MTU. En tal punto, el piloto intercepta la senda visual de planeo de las luces de aproximación y continúa en su descenso de 3° hacia la pista.

¹⁷ PANOPS – Procedimientos para los Servicios a la Navegación Aérea.





Ubicación del VDP Respecto a Distancia del VOR de Mitú Pista 20

2.4 Condiciones meteorológicas

Eran las 10:23:35 HL cuando la tripulación contacta TWR Mitú por primera vez informando que el aeropuerto se encuentra operando en condiciones VMC con visibilidad horizontal de 10km, reducida al Norte a 7000mts por Chubascos en las vecindades con presencia de Cumulonimbos (CB) al Norte. El viento en calma y la pista en uso 20.

El reporte del controlador a cerca de la presencia de cumulonimbos hacia el Norte a las 10:24:19HL a decir verdad, representa exactamente la formación de nubes tipo "Cumulonimbus Calvus", etapa ulterior a la formación de yunque, signo característico de disipación de la tormenta representado a la hora, al E de la estación.

A este último punto y pasados 9 minutos, la tripulación debió prever condiciones adversas a la aproximación al aeródromo de Mitú; el controlador en su informe a las 10:32:34HL (15:32Z) reporta visibilidad reducida hacia la aproximación pista 20 por lluvia sobre la estación. En este momento, se advierte a la tripulación prever aproximación por la pista 02, juicio que el controlador toma al ver las condiciones adversas hacia el N de la estación.

En la ciudad de Mitú, la dirección del viento normalmente oscila de NE a SE a lo largo del año con algunas variaciones en algunos meses como Febrero, Marzo, Octubre y Noviembre en gran parte relacionada con el paso de la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT) en su paso cíclico a lo largo del año sobre esta zona del país.

Según declaraciones del personal de controladores aéreos, la intensidad del viento en la estación SKMU oscila entre los 0KT y 8KT, en condiciones de RA (Lluvia) y TSRA (Tormenta con lluvia fuerte) la indicación de velocidad del viento no supera los 10KT, condiciones que no influenciaron en la causa del accidente.

De la información meteorológica recopilada y las acciones de la tripulación a lo largo del vuelo hasta el momento del accidente se deduce que, Las condiciones meteorológicas adversas en la aproximación y en el aterrizaje, influyeron como factor contribuyente en el



accidente al relacionarse directamente en la toma de decisiones en la tripulación, sin embargo, esas mismas condiciones pudieron ser evitadas al ceñirse a un patrón de espera o bien, esperar a que en algún sector mejoraran las condiciones visuales para el aterrizaje.

Por el examen final de la aeronave post-accidente, se descartan otras posibles causas del accidente, tales como daños estructurales por turbulencia, granizo o relámpagos.

2.5 Aeronave

2.5.1 Rendimiento de la Aeronave

El documento de peso y balance elaborado por el despachador, contenía información incongruente. En primer lugar, la fecha de elaboración del manifiesto era el 4 de junio de 2010, un mes posterior al accidente. Por otro lado, el lugar de destino no era MVP, sino PRC (Puerto Carreño). Teniendo en cuenta lo anterior, y considerando que el procedimiento se efectuó utilizando el despacho computarizado, existía la posibilidad que el peso de la aeronave al momento del aterrizaje en MVP no fuera de 41.867 lb.

El análisis determinó que los pesos de la aeronave al momento de su salida eran los siguientes:

Item	Peso en lb	Observaciones
Carga paga	8.027,6	Pasajeros: 31 hombres a 175 lb. 6 mujeres a 143 lb. Equipaje de mano a 11 lb. c/u. Carga 215,6 lb. Equipaje aforado a 33 lb. c/u Máxima carga paga permitida: 9.294 lb.
Peso básico Operacional	28.005	Peso básico vacío 26.727 lb.
Zero fuel Weight	36.032,6	Máximo estructural = 39.462 lb.
Combustible al despegue	7.851	Mínimo requerido al despegue de VVC llevando a bordo el combustible para el vuelo de regreso MVP-VVC, alterno y reserva.
Peso actual de despegue	43.883,6	Peso máximo permitido con 28° C en VVC pista 05 ALT TO = 42.933 lb ¹⁸ .
Combustible de ruta	2.600,7	
Peso de aterrizaje	41.282,9	Peso máximo estructural = 42.549 lb.

Cálculo de peso de la aeronave en VVC

El análisis demostró que la tripulación inició la carrera de despegue en VVC con 950.6 lb de sobrepeso para las condiciones de elevación y temperatura para un ajuste de potencia ALT TO¹⁸.

LONGITUD DE PISTA PARA EL ATERRIZAJE

¹⁸ El ERJ-145 está certificado para despegar con dos ajustes de potencia, máxima (TO) y reducida (ALT TO).



De acuerdo con las tablas de rendimiento y lo estipulado en la reglamentación, al momento de su aterrizaje la aeronave debe tener un peso tal que le permita aterrizar y detenerse por completo en el 60% de la longitud de pista disponible. Cuando se trate de pista mojada, dicha longitud deberá ser aumentada en un 15%. Al momento del accidente la longitud de pista disponible (LDA) para el aterrizaje por la pista 20 en el aeródromo León B. de Mitú era de 1.750 metros considerando la zona de parada.

Teniendo en cuenta lo anterior, al momento de su aterrizaje, la aeronave debería tener un peso tal que le permitiera aterrizar en 1.167 metros, el 66,7% de la LDA. Con la condición de pista mojada, la distancia requerida para aterrizar y frenar sería de $1.167 \times 1,15 = 1.342$ metros.

Según el AOM la distancia de aterrizaje sin factorizar para 500 pies (altitud por presión con QNH de 30.01" Hg) y 41.000 lb. es de 827,3 metros.

Aplicando el factor de pista seca: $827,3 \times 1,67 = 1.381,5$ metros.

Aplicando el factor de pista mojada: $827,3 \times 1,92 = 1.588,4$ metros.

Según el AOM la distancia de aterrizaje sin factorizar para 500 pies (altitud por presión con QNH de 30.01" Hg) y 33.000 lb. es de 700,6 metros.

Aplicando el factor de pista seca: $700,6 \times 1,67 = 1.170$ metros.

Aplicando el factor de pista mojada: $700,6 \times 1,92 = 1.345,1$ metros.

Sin embargo, la información suministrada por SATENA para la investigación en su análisis de aeropuertos indica que la longitud requerida para aterrizar en Mitú por la pista 20 mojada es de 1.637 metros, 295 metros más de lo requerido por la regulación y dejando un margen de tan solo 113 metros de pista restante.

ACCIÓN DE FRENADO E HIDROPLANEO

El análisis de los datos del FDR reveló que la aeronave sentó ruedas a las 10:42:21 horas con una velocidad indicada de 132 KIAS. La actuación del sistema de anti-skid indicó que el coeficiente de fricción de la pista era bajo, lo que es consistente con la presencia de una capa delgada de agua sobre la superficie.

La velocidad crítica de hidroplaneo para el ERJ-145 LR se encuentra entre los 114,5 y los 116,6 KIAS. El FDR demostró que los neumáticos disminuyeron su velocidad rápidamente al inicio de la carrera de aterrizaje pasando a través de 114,5 KIAS en aproximadamente tres segundos, una evidencia de acción de frenado normal de la aeronave.

El FDR también reveló que la velocidad de giro de los neumáticos disminuyó progresivamente desde los 117,3 KIAS en el momento de la toma de contacto hasta los 36,7 KIAS en el momento de la salida de pista; ninguna de las cuatro ruedas del tren principal estuvo bloqueada durante el recorrido por la superficie asfaltada.



Marcas de frenado. Acción del Anti-Skid

Los neumáticos no evidenciaron marcas de patinaje o arrastre y se pudieron observar huellas de frenado en la pista, consistentes con una acción de frenado normal y sin hidroplaneo.

La desaceleración de la aeronave varió linealmente desde $-0,077$ g. en el momento de la toma de contacto hasta $-0,208$ g., alcanzando valores de hasta $-0,297$ en los segundos previos al momento de la salida de pista coincidentes con la aplicación de los pedales de freno al 100% por parte de los pilotos. Lo anterior demuestra una acción de frenado normal para las condiciones conocidas.

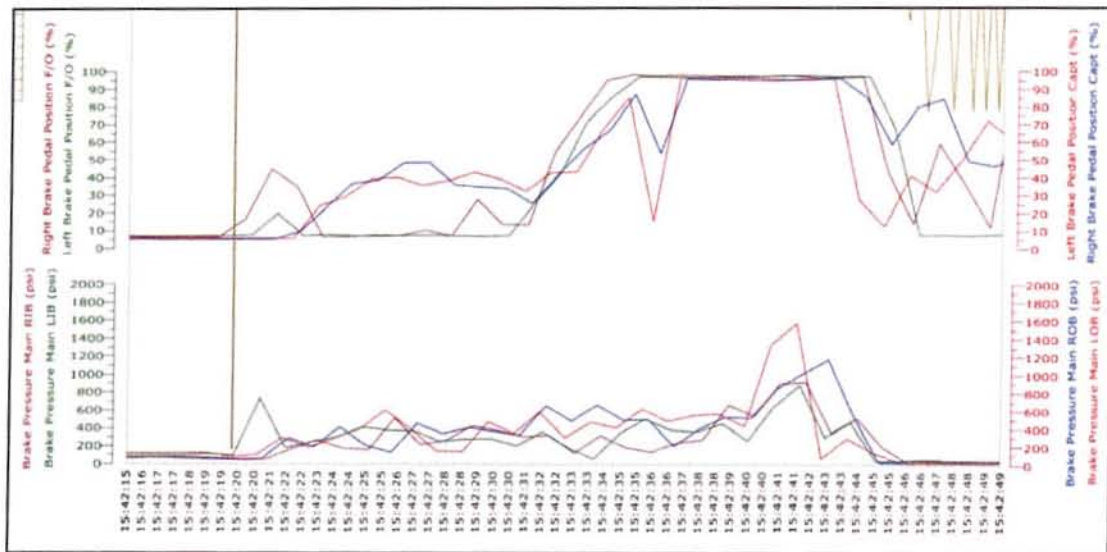
La aeronave cruzó el umbral de la pista 20 con aproximadamente 96 pies de altura, a una velocidad de 139 KIAS, 12 nudos por encima de la velocidad de referencia y 19 nudos por encima de la velocidad de toma de contacto. La investigación determinó que la aeronave sentó ruedas 562 metros más adelante del umbral 20. Con lo anterior, le quedaban 1.188 metros disponibles para su frenada. Si se tiene en cuenta que la distancia requerida para detener la aeronave en los confines de la pista con el peso actual de aterrizaje de 41.000 lb. era de 1.588,4 metros, la distancia faltante para detener el avión fue de 400,4 metros.

El hecho de cruzar el umbral por encima de los 50 pies requeridos por la reglamentación y las cartas de rendimiento de la aeronave, también tiene un efecto directo sobre la distancia de aterrizaje. La industria ha determinado que el cruzar el umbral de la pista con 100 pies AGL aumenta la distancia en 305 metros aproximadamente. Los incrementos en la



velocidad tienen un efecto aún mayor aumentándola hasta en un 30% si no se efectúa correctamente la técnica de enderezamiento¹⁹.

Para el caso que nos aplica, la aeronave cruzó el umbral con un exceso de 12 nudos, un 10% más de la velocidad de referencia, y la técnica de enderezamiento utilizada por la tripulación no se realizó conforme lo estipulado en el AFM. De lo anterior se puede deducir que la aeronave pudo haber incrementado su distancia de aterrizaje hasta en un 30% adicional debido al exceso de velocidad y unos 300 metros más debido al cruce del umbral a 96 pies de altura, dando como resultado una distancia de aterrizaje de unos 2.364 metros.



Datos del FDR, Acción de Frenado- Posición de Pedales

2.2.7 Aeródromos

Durante la excursión de la aeronave por la cabecera 02, la aeronave impactó contra la malla de seguridad y el terraplén de 80cm de una vía contigua al aeropuerto, situación que pudo ser prevenida si hubiese existido una franja RESA.

El aeródromo de Mitú esta entre los clase "C", Según lineamientos de Anexo 14, a pesar de no poseer área RESA, el aeródromo cumplía los requisitos de anchura de la franja de seguridad y éstos factores no fueron causales de la ocurrencia del accidente.

¹⁹ Flight Safety Foundation, ALAR Briefing Note 8.3 - Landing Distances. Noviembre del 2000.



2.4 Factores Humanos

De acuerdo al ANÁLISIS Y CLASIFICACIÓN DE ACCIDENTES POR FACTOR HUMANO – ANCLA-FH, se puede determinar una alta incidencia como causa y factor en la ocurrencia del accidente.

PRECONDICIONES PARA ACTOS INSEGUROS

FACTORES DEL MEDIO AMBIENTE - AMBIENTE FÍSICO

Se presentaron factores del medio ambiente, referentes al ambiente físico, por estar las condiciones meteorológicas adversas para una aproximación para la cabecera 20 de Mitú, la cual fue autorizada por el control de tránsito aéreo y aceptada por la tripulación, sin embargo esta autorización no fue colisionada por la tripulación.

La pista presenta una pendiente positiva en sus primeros metros, para que antes o inmediatamente después de sentar ruedas la pendiente se vuelve negativa.

Según el AIP, en la aproximación para la pista 20 hay árboles altos a 30 metros del THR. En la carta de aproximación VOR para la pista 20, en el MAP, esta aeronave por su rendimiento y velocidad no podría entrar en aproximación directa para esta pista, sin entrar en una aproximación desestabilizada. Esta condición no es advertida a las tripulaciones.

FACTORES DEL MEDIO AMBIENTE - AMBIENTE TECNOLÓGICO

La anotación de mantenimiento en cuanto a los reversibles no fue corregida en forma adecuada. Esta anotación fue repetitiva.

La condición de la pista era mojada, influenciando la toma de decisiones erróneas por parte de la tripulación en la ejecución del procedimiento de frenada.

La zona de seguridad de la franja del aeropuerto no está en buenas condiciones en cuanto a resistencia y nivelación, donde debería cumplir que si una aeronave se sale de la pista no sufra daños de consideración.

CONDICIONES DE LA TRIPULACION - ESTADOS MENTALES ADVERSOS

COMPLACENCIA, por parte de primer oficial al no advertir en forma enérgica y convincente para que el comandante no hiciera la aproximación.

EXCESO DE CONFIANZA del comandante al insistir en hacer la aproximación por esa cabecera, sabiendo como instructor que es en el equipo, que estaba efectuando una aproximación desestabilizada.



ATENCIÓN CANALIZADA por parte de los dos pilotos, tratando de asegurar el aterrizaje, sin tener en cuenta las condiciones adversas mencionadas anteriormente en los factores del medio ambiente, además de iniciar una aproximación desestabilizada, donde no observaron la velocidad de referencia, altura sobre el umbral de la pista, posición de los aceleradores y tasa de descenso.

TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN, donde hubo un error de juicio y error en la toma de decisiones, las cuales si pensó tomarlas era demasiado tarde.

PERCEPCIÓN DEMORADA, donde se puede establecer de acuerdo a los registradores de vuelo, que el comandante después de recorrer una considerable distancia sobre la pista no pensó que se fuera a salir al final de esta. Se percató demasiado tarde donde por rendimiento de la aeronave no podría detenerse dentro de la pista. Adicional se presentó falla en un reversible, con un procedimiento desacertado para corregirlo que agravó la crítica situación en que ya se encontraba.

ERRORES DE PERCEPCIÓN, cuando desatendió las limitaciones en esta pista, que a pesar de cumplir con el rendimiento de la aeronave, por el estado mojado de la pista no dan mucho margen de error.

ESTADOS FISIOLÓGICOS ADVERSOS Y LIMITACIONES FÍSICAS Y MENTALES

No se presentaron.

FACTORES PERSONALES / INTERPERSONALES – COMUNICACIÓN - COORDINACIÓN Y PLANEACIÓN

La comunicación entre todos los miembros de la tripulación se efectuó en forma satisfactoria, la disciplina de los tripulantes fue la adecuada. En comandante dio el briefing correspondiente de acuerdo a las normas establecidas y de acuerdo a los estándares de entrenamiento. El comandante mantuvo su liderazgo y hubo un buen CRM. Sin embargo cuando el piloto inició la aproximación frustrada al no ver la pista, no siguió lo previamente acordado, efectuando procedimientos que incumplen las normas de vuelo visual y de vuelo por instrumentos, efectuando un viraje de 360° a una altura insegura, insistiendo en efectuar el aterrizaje, sin consideración de la información dada por el controlador de la torre de control, quien le informó oportunamente que las condiciones para la otra cabecera estaban mejores.

En el briefing el comandante le dijo al Piloto Volando que hiciera un aterrizaje positivo, sin embargo durante la nivelada el comandante le dijo al piloto volando “téngalo, téngalo” lo que aumentaría en forma considerable la distancia de aterrizaje.

APTITUDES PARA EFECTUAR EL VUELO



La tripulación de acuerdo a los registros de entrenamiento tenía las aptitudes necesarias para haber efectuado el vuelo en forma segura.

ACTOS INSEGUROS/INAPROPIADOS – ERRORES

ERRORES DE DECISIÓN

Se cometieron errores de decisión en los procedimientos efectuados, no se resolvieron los problemas en la aproximación en forma oportuna, no hubo reacciones acertadas en vista de que cuando vieron que se iban a salir de la pista no tenían ninguna alternativa para superar la situación. En la aproximación, cruce del umbral y recorrido sobre los primeros metros de la pista no hubo ninguna reacción.

ERRORES BASADOS EN HABILIDAD

Se cometieron errores de atención, su atención fue canalizada, descuidando otros parámetros importantes. Fallas en la técnica de los procedimientos.

ERRORES BASADOS EN PERCEPCIÓN

Hubo falta de percepción antes del momento crítico. La percepción fue errónea y retardada. Por este motivo no hubo tiempo para tomar una reacción adecuada en vista de que se detectó la situación en forma tardía. Globalmente se puede establecer que hubo una pérdida de conciencia situacional.

VIOLACIONES

No se encontraron violaciones rutinarias ni excepcionales, ya que no hubo actos conscientes o voluntarios de parte de la tripulación.

SUPERVISIÓN

SUPERVISIÓN INADECUADA

Hubo falla en suministrar el entrenamiento adecuado para que lo practicado en los simuladores de entrenamiento sea llevado a la línea de vuelo, sin tener en consideración aspectos logísticos, que llevan a que los pilotos se auto impongan cargas administrativas que no son de su competencia. El CRM se lleva a cabo como un protocolo, mas no hay la conciencia necesaria de aplicarlos en la rutina de la línea de vuelo. No se ejerce un control efectivo por parte de la empresa para su cumplimiento.

La tripulación mantiene una jerarquía de sumisión por parte del copiloto, que impide un desempeño pleno de sus funciones.

La empresa hace los análisis de pista para la operación de las aeronaves en cuanto a distancia y rendimiento, pero no se analiza y se divulga que el hecho de llegar en una aproximación de no precisión al MAP, no necesariamente la aeronave puede aproximar directo a esa cabecera.

PLANEAMIENTO INADECUADO





El planeamiento para efectuar la aproximación fue adecuado, pero la tripulación varió este planeamiento cuando el comandante al iniciar el procedimiento de sobrepaso, vio la pista y con procedimientos que no cumplen la reglamentación para vuelo visual o de instrumentos, efectuó un viraje de 360° y llevó a cabo el aterrizaje.

FALLAS PARA CORREGIR EL PROBLEMA

Las operaciones regulares de la empresa han permitido desviaciones de los procedimientos, que a pesar de no haberse presentado accidentes si pudieron presentarse riesgos en la operación.

La corrección del daño de un reversible no fue efectiva. Se presentó la misma falla en forma repetitiva.

VIOLACIONES POR PARTE DEL SUPERVISOR

No se presentaron violaciones por parte del supervisor.

INFLUENCIAS ORGANIZACIONALES

MANEJO DE RECURSOS

No se encontraron factores que incidieran en el accidente en cuanto a recursos humanos, equipos, infraestructura y presupuesto de la empresa.

CLIMA ORGANIZACIONAL

Existe un adecuado clima organizacional en cuanto a cultura de la organización, la misión, la visión, políticas y metas.

En la mentalidad de los tripulantes, se auto imponen cargas administrativas que no son de su competencia. En la alta dirección se respeta el criterio y las decisiones de los pilotos, sin embargo con un sentido de falsa colaboración se pueden desviar de los procedimientos establecidos con el fin de cumplir una misión.

Es inherente en la mente de los tripulantes tratar de mantener la jerarquía de los grados militares, lo cual involuntariamente puede haber una exagerado sumisión de los oficiales de menor grado, que pueden impedir o limitar sus funciones y decisiones que pueden ayudar a la seguridad aérea.



3. CONCLUSION

3.1 Conclusiones

- La tripulación estaba compuesta por 5 Tripulantes (01 Piloto, 01 Copiloto, 01 Técnico y 2 auxiliares de vuelo) los cuales se encontraban con todos sus requisitos aeronáuticos y médicos de ley vigentes.
- La aeronave presentó 11 fallas repetitivas del mal funcionamiento del reversible del motor 2, entre el 13 de enero y el 19 de abril de 2010.
- No se presentó incendio, los equipos del SEI estuvieron atentos y oportunos.
- Hubo capacidad de supervivencia y se requiere personal en el aeródromo de Mitú, equipos y herramientas adicionales para un mejor desempeño en caso de presentarse una emergencia de mayores proporciones.
- Al no disponer el aeródromo de un área RESA, ésta información no fue documentada en el AIP al momento del accidente.
- La tripulación se encontraba entrenada en concordancia con el manual de entrenamiento.
- No existen registros que demuestren que el Capitán hubiese efectuado entrenamiento en CFIT y ALA posterior al año 2001.
- No existe evidencia de que el Capitán hubiese practicado aproximaciones de no precisión de ángulo constante (CANPA) o que hubiese sido entrenado para calcular el punto visual de descenso (VDP) ni en tierra ni en el simulador.
- El Capitán practicó reconocimiento de aproximaciones estabilizadas y aterrizajes discontinuados (balked landings), aproximaciones de no precisión VOR y NDB, aterrizajes con viento cruzado y tráfico visuales. No se encontraron registros que demuestren que efectivamente sabía cómo calcular el VDP.
- No existe evidencia de que el Capitán hubiese tenido dificultad para aprender la maniobra evasiva del EGPWS.
- No se encontró evidencia de que el Primer Oficial hubiese recibido entrenamiento en CFIT, ALA o CANPA.
- Durante su entrenamiento de vuelo, el Primer Oficial practicó reconocimiento de aproximaciones estabilizadas y aterrizajes discontinuados (balked landing), también practicó aproximaciones de no precisión VOR.



- A pesar de los reiterados comentarios durante su entrenamiento acerca de la lectura de las cartas de aproximación, se evidenció que el copiloto volaba con las cartas a la mano y las leyó como ordenaba el POE.
- Los registros no evidenciaron que el Primer Oficial hubiese sido entrenado para calcular el VDP; sin embargo fue evaluado en aproximaciones de no precisión VOR, NDB y CANPA, aterrizajes normales, discontinuados, con viento cruzado y tráficos visuales.
- A pesar que el CANPA estaba referenciado en el POE, el procedimiento no era detallado en el Capítulo 4, Procedimientos Normales. No existía en el manual lineamientos de como la tripulación debería volar el CANPA ni como ajustar su navegación a bordo para tal efecto.
- El POE carecía de una guía completa para efectuar el aleccionamiento para la aproximación. El briefing no incluía lineamientos específicos en la determinación de las estrategias de navegación lateral y vertical; tampoco incluía el revisar las referencias visuales esperadas ni la confirmación del uso del director de vuelo o FPA como fuera aplicable.
- Los anuncios y acciones a realizar por los pilotos durante las aproximaciones exhortan a completar el aterrizaje al llegar a la altura mínima de descenso o al MAPt.
- El hecho de ordenarle a la tripulación que tome la decisión de aterrizar en ese punto puede inducir al PF a intentar la maniobra y desestabilizar la aproximación.
- El POE no aclara la acción a ejecutar por la tripulación con diferentes modos del sistema EGPWS tales como un de excesivo régimen de descenso en final corta, pérdida de altitud después del despegue o configuración errada de la aeronave.
- Las gráficas de perfiles de vuelo del POE exhortan a volar desde el FAP hasta el MAPt y una vez allí, tomar la decisión de aterrizar. En ninguna de las dos gráficas, se ilustra el VDP.
- El POE instruye a los pilotos a iniciar la acción de frenado en contradicción con la técnica de frenado descrita por el fabricante.
- El POE no describe claramente el procedimiento de aterrizaje discontinuado una vez la aeronave ha descendido de los mínimos de aproximación o ya se encuentra sobre la pista sin el empuje reverso.



- La compañía presentó un manifiesto de peso y balance con información incorrecta. La fecha de elaboración del manifiesto era posterior al accidente y el lugar de destino era Puerto Carreño.
- El manual de despacho suministrado para la investigación no contenía los lineamientos de operación del software de peso y balance utilizado por el personal encargado.
- Durante el ascenso en ruta y por debajo de los 10.000 pies, el piloto interrumpió la cabina estéril con comentarios ajenos al vuelo.
- La tripulación utilizó el tiempo de crucero para el repaso de emergencias, no se evaluaron las condiciones de meteorología para el aterrizaje ni se complementó la información sobre la aproximación. Tampoco se efectuó en esta fase de vuelo el aleccionamiento requerido.
- Aunque el reporte meteorológico decía que la visibilidad predominante era de 10 kilómetros, también era claro que las condiciones se estaban deteriorando al norte del aeródromo, sector por el que arribaría la aeronave.
- La tripulación no efectuó la aproximación por instrumentos publicada siguiendo la ruta asignada hasta la radioayuda primaria.
- A pesar que las condiciones meteorológicas y de pista mojada eran conocidas, éstas no fueron evaluadas ni sopesadas por la tripulación en cuanto a la afectación que podía tener para la aproximación y aterrizaje.
- La tripulación no planeó su descenso para alcanzar el IAF a la altura prescrita y la velocidad requerida. Por el contrario, tomó la decisión de volar directo al FA F sin considerar el mal tiempo o el procedimiento de hipódromo publicado.
- La tripulación voló directo al FAP; sin embargo, la autorización del ATC no incluyó ese límite.
- A pesar que durante su entrenamiento se efectuaron observaciones sobre el copiloto con respecto a la lectura de las cartas de aproximación, para este evento las tenía a mano y las estaba utilizando.
- Durante el aleccionamiento para la aproximación la tripulación no mencionó la llegada al MDA, ni efectuó el cálculo del VDP.
- Las velocidades de aproximación y aterrizaje no se mencionaron explícitamente en el aleccionamiento, tampoco se anunció la cantidad de combustible en ese momento y ni el mínimo para proceder al aeropuerto alterno. La tripulación omitió el





aeropuerto alternativo, el aeropuerto de emergencia, las posibles emergencias, la ruta de escape y la verificación del peso de aterrizaje.

- La tripulación no se anticipó para confirmar la pista en uso y el tipo de aproximación que iba a ser ejecutada en Mitú. Tampoco definió la estrategia de navegación lateral ni vertical para la aproximación.
- Ninguno de los pilotos se percató de la desviación de los procedimientos de la aproximación instrumentos.
- A pesar que el técnico de vuelo hizo varios comentarios durante el descenso acerca del mal tiempo, estos fueron desestimados por la tripulación.
- Se evidenció una premura de la tripulación para completar el aterrizaje lo antes posible sin tener en cuenta el sostenimiento sobre la radioayuda.
- La autorización inicial del ATC era suficientemente clara para alertar al piloto que debía discontinuar su vuelo hacia el FAF de la pista 20 y que debía reprogramar su navegación para incorporarse en el VOR y efectuar el procedimiento para la pista 02.
- El ATC expidió una autorización posterior contradiciendo la autorización previa de volar hacia el VOR para efectuar la aproximación publicada para la pista 02 y le dio implícitamente al piloto la posibilidad de seguir la aproximación para la 20 si tenía la pista a la vista.
- Aunque el Primer Oficial era el piloto volando, era el Capitán quien se encontraba tomando las decisiones y ordenando la configuración de la aeronave, en contra de lo establecido en el POE.
- La tripulación demostró un pobre planeamiento de la aproximación.
- La aeronave perdió velocidad rápidamente en razón al encabritamiento excesivo de 7,5°; el empuje incrementó hasta 76% para recuperar la velocidad y la aeronave comenzó a ascender manteniéndose en 1.600 pies MSL, 100 pies por debajo de la altitud mínima antes del FAF. La aeronave aún no se encontraba establecida en el curso final de aproximación.
- La aeronave inició su descenso hacia la MDA aún en viraje sin haber interceptado el curso de aproximación final.
- La fase de aproximación final careció de toda coordinación en la cabina de mando. No se anunciaron las acciones ejecutadas ni se monitorearon activamente los instrumentos de vuelo. Tampoco se siguieron los lineamientos para la aproximación escritos en el POE.





- La tripulación omitió monitorear los datos crudos (velocidad vertical, vector de senda de vuelo, curso, distancias, altitudes) y anunciar el perfil vertical por correcto descenso y alineación. Tampoco efectuó la verificación cruzada ni anunció la desviación de altitud cuando antes del FAF.
- La tripulación no se anticipó a la decisión de frustrar la aproximación ni inició la maniobra de motor y al aire en accenso para sobrevolar el MAPt.
- El MP no efectuó ninguno de los anuncios respectivos ordenados por el POE para la fase de aproximación final.
- La tripulación tomó la decisión de efectuar una aproximación circular para la pista 02 sin adquirir la referencia visual requerida.
- La tripulación inició un viraje de 360° por la derecha con el tren abajo y los Flap en 45° ascendiendo hasta 1.350 pies de altitud e incrementó su velocidad hasta 150 KIAS.
- La tripulación no notificó al ATC de sus intenciones ni de que se estaba ejecutando un viraje de 360° por la derecha sobre el MAPt.
- La investigación no pudo determinar si la exclamación “entre los dos” se refería a que el aterrizaje lo efectuaran ambos pilotos o que la referencia visual se mantuviera entre los dos pilotos. Sin embargo, cualquiera que fuera la intención, se encontraba fuera de los procedimientos normales de operación para la fase de vuelo.
- La aeronave se encontraba desestabilizada en la fase final de la aproximación. La tripulación no efectuó sobrepaso ni aplicó la maniobra de recuperación de alarma del EGWPS como está descrito en el POE.
- La aeronave cruzó el umbral de la pista 20 con aproximadamente 96 pies de altura, una velocidad de 139 KIAS, 77,3% de empuje y un alto régimen de descenso con la alarma EGPWS sonando.
- El avión sentó ruedas a 142 nudos de velocidad de tierra (132 KIAS) con las palancas de potencia atrás y los motores en empuje mínimo.
- La técnica de aterrizaje utilizada por la tripulación permitió que el avión flotara sobre la pista. A pesar que el comandante había instruido al copiloto que efectuara un aterrizaje firme, al momento del enderezamiento ordenó lo contrario.
- La tripulación no efectuó los respectivos anuncios durante la fase de aterrizaje. Tampoco se evidenció que alguno de los pilotos tomara la decisión de discontinuar el aterrizaje utilizando la técnica del POE.





- El MP retractó los flaps durante la carrera de aterrizaje a la posición de 9° en contradicción a lo establecido en AFM.
- La tripulación utilizó una técnica de frenado diferente a la establecida en los procedimientos normales de operación.
- El procedimiento realizado por el Primer Oficial en el uso de los reversos en forma cíclica inhibió el correcto funcionamiento del reverso izquierdo que se encontraba operativo y esta acción pudo aumentar la distancia necesaria para frenar el avión.
- La aeronave abandonó la superficie pavimentada de la pista a una velocidad de 52 KIAS, el tren de aterrizaje principal se desprendió como consecuencia de los impactos y por tal razón sonaron las alarmas de TAKE OFF CONFIGURATION.
- La tripulación dio el comando de evacuar cuando los motores aún estaban encendidos.
- El motor izquierdo estaba aún encendido por que la tripulación no había ejecutado la lista de verificación requerida.
- Pasaron 61 segundos desde que la aeronave se detuvo hasta que el motor fue apagado por la tripulación.
- El VDP de la aproximación VOR para la pista 20 en Mitú se determinó a 3,28 mn del VOR MTU.
- La carta de aproximación publicada en el AIP y el MNRP no contiene información sobre el punto de descenso visual.
- La tripulación inició la carrera de despegue en VVC con 950,6 lb de sobrepeso para las condiciones de elevación y temperatura para un ajuste de potencia ALT TO.
- La información suministrada por SATENA en su análisis de aeropuertos indica que la longitud requerida para aterrizar en Mitú por la pista 20 mojada es de 1.637 metros, 295 metros más de lo requerido por la regulación y dejando un margen de tan solo 113 metros de pista restante.
- La actuación del sistema de anti-skid indicó que el coeficiente de fricción de la pista era bajo.
- No se encontró evidencia de evaluación de las características de fricción en la pista de Mitú por parte de la Autoridad Aeronáutica.



- El FDR demostró que los neumáticos disminuyeron su velocidad rápidamente al inicio de la carrera de aterrizaje pasando a través de la velocidad crítica de hidroplaneo en aproximadamente tres segundos.
- Ninguna de las cuatro ruedas del tren principal estuvo bloqueada durante el recorrido por la superficie asfaltada.
- Los neumáticos no evidenciaron marcas de patinaje o arrastre y se pudieron observar huellas de frenado en la pista consistentes con una acción de frenado normal y sin hidroplaneo a pesar del bajo coeficiente de fricción.
- Los datos de desaceleración del FDR también demostraron una acción de frenado normal para las condiciones conocidas.
- La aeronave cruzó el umbral de la pista 20 con aproximadamente 96 pies de altura, a una velocidad de 139 KIAS, 12 nudos por encima de la velocidad de referencia y 19 nudos por encima de la velocidad de toma de contacto.
- La técnica de aterrizaje utilizada por la tripulación no se realizó conforme lo estipulado en el AFM.
- La aeronave sentó ruedas 562 metros más adelante del umbral 20.
- La distancia faltante para detener el avión en los confines de la pista fue de 400,4 metros.

3.2 Factores Contribuyentes

De la evidencia disponible se hicieron los siguientes hallazgos con respecto a la excursión de pista de la aeronave ERJ-145 HK-4536. Dichos hallazgos no deben ser leídos como determinación de la culpa o responsabilidad de ninguna organización o individuo en particular; el orden en que están expuestos tampoco representa cronología o nivel de importancia:

- La falta de planeamiento de la tripulación para efectuar y completar la aproximación por instrumentos publicada para la pista 20.
- La decisión de la tripulación de volar directo al FAF sin considerar las condiciones meteorológicas y su efecto en el aterrizaje.
- La premura de la tripulación para completar el aterrizaje.
- La desviación de los procedimientos estandarizados de operación.





- La decisión de la tripulación de completar el aterrizaje a pesar de encontrarse en una aproximación desestabilizada.
- La falta de ejecución de la maniobra de “balked landing” cuando las condiciones lo requerían.

3.3 Otros Factores

- La falta de entrenamiento de la tripulación en aproximaciones de no precisión de ángulo constante (CANPA).
- La falta de entrenamiento de la tripulación para calcular el punto visual de descenso (VDP).
- La falta de lineamientos sobre CANPA en el POE.
- La inclusión en el POE de anuncios y acciones a realizar por los pilotos que exhortan a completar el aterrizaje al llegar a la altura mínima de descenso o al MAPt.
- La falta de las acciones a ejecutar por la tripulación con alarmas de los diferentes modos del sistema EGPWS.
- La ausencia del VDP en las gráficas de los perfiles de vuelo del POE.
- La inclusión en el POE de instrucciones sobre acción de frenado en contradicción con la técnica descrita por el fabricante.
- Falta de análisis y de planeación por parte de la tripulación sobre las restricciones o penalidades que le generan las consideraciones de pista mojada.
- La ausencia en el POE del procedimiento de aterrizaje discontinuado una vez la aeronave ha descendido de los mínimos de aproximación o ya se encuentra sobre la pista sin el empuje reverso.
- La autorización contradictoria del ATC de volar hacia el VOR para efectuar la aproximación publicada para la pista 02 y al mismo tiempo le autorizaba completar la aproximación para la pista 20.
- La ausencia de información sobre el VDP en las cartas de aproximación publicadas en el AIP y el MNRP.
- La información inconsistente del análisis de aeropuertos en relación a las longitudes de pista requeridas para el aterrizaje.





3.4 Causa Probable

La Junta Investigadora determinó que la causa probable del accidente fue la ejecución de un aterrizaje a la pista 20° de Mitú, después de una aproximación desestabilizada especialmente en lo referente a desviaciones de altura y velocidad al cruzar el umbral de la pista, y tener alarma sonora de EGPWS, lo que ocasionó que la aeronave en la carrera de aterrizaje no se alcanzara a detener dentro de la pista disponible. Adicionalmente la utilización de técnicas erróneas para aterrizajes en pistas cortas y mojadas. Contribuyeron al accidente la falta de planeamiento para efectuar y completar la aproximación por instrumentos publicada para la pista 20° y la desviación en los procedimientos estandarizados de operación de la empresa. Existen otros factores contribuyentes que se encuentran publicados en el numeral 3.3.

Clasificación por taxonomía OACI

Salida de Pista / RE – Runway Excursion



4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD

A la Empresa SATENA, para que supervise la corrección efectiva de las anotaciones de mantenimiento, especialmente las repetitivas como en este caso fueron las anotaciones del reversible del motor 2.

A la Empresa SATENA, para que revise su manual de procedimientos estándar de operación POE para incluir los lineamientos como sea requerido en relación a:

- Aproximaciones de no precisión de ángulo constante CANPA.
- Anuncios (call outs) y acciones a realizar por los pilotos por separado para aproximaciones de precisión y no precisión.
- Acciones a ejecutar por la tripulación con alarma de los diferentes modos del sistema EGPWS.
- Ilustración del VDP en las gráficas de los perfiles de vuelo.
- Instrucciones sobre acción de frenado en concordancia con la técnica descrita por el fabricante.
- Procedimientos explícitos sobre la maniobra de aterrizaje discontinuado una vez la aeronave ha descendido de los mínimos de aproximación y/o ya se encuentra sobre la pista sin el empuje reverso.
- Definir criterios claros para situaciones especiales de degradamiento de las condiciones de aterrizaje, donde le permita tomar la decisión al Comandante de aterrizar.
- Recalcar en los briefing de aproximación, el análisis de las consideraciones especiales de meteorología para el aterrizaje.

A la Empresa SATENA, para que revise su programa de entrenamiento para incluir los lineamientos como sea requeridos en relación a:

- Entrenamiento de los pilotos en aproximaciones de no precisión de ángulo constante (CANPA) y para calcular el punto visual de descenso (VDP).

A la Empresa SATENA, para que revise su manual de análisis de aeropuertos en relación a las longitudes de pista requeridas para el aterrizaje para el equipo ERJ-145.

A la Empresa SATENA, para que realice un reentrenamiento al personal de la Oficina de Despacho para que se garantice el uso correcto de la información contenida en los manuales técnicos e información que se entrega a las tripulaciones.

A la UAEAC para que se dé cumplimiento a lo establecido en el Anexo 14 de la OACI numeral 10.2.3 y Manual de Servicio de Aeropuertos Documento 9137 Parte 2, relacionado con las mediciones periódicas de las características de fricción de la superficie de la pista de Mitú para verificar su auto-adherencia.

A la UAEAC para que dote con más personal al Servicio de extinción de incendios de Mitú



y suministre elementos adicionales tales como camillas rígidas, trauma kits de primeros auxilios (cuellos cervicales para niños, adultos, férulas, vendas, etc.), equipos de water gel para personas con quemaduras, tramos o mangueras para trabajos de presiones 300 PSI de un cuarto y medio con longitudes de 30 y 15 metros recubiertas en caucho, una sierra eléctrica, equipos de iluminación.

A la UAEAC para que reubique la estación de bomberos la cual no cumple con la distancia de emergencia dentro de la zona de seguridad y se dote de un timbre de llamado de emergencia con la torre de control.

A la UAEAC para que considere la inclusión de información sobre el VDP en las cartas de aproximación de no precisión publicadas en el AIP y el Manual de Normas Rutas y Procedimientos ATS.

A la UAEAC para que revise la información contenida en la carta de aproximación VOR para la pista 20 de Mitú para ilustrar la correcta ubicación del VOR en el plano horizontal.

A la UAEAC para que revise la información contenida en el AIP sobre la elevación del umbral de la pista 20.

A la UAEAC para que considere la posibilidad de evaluar a los tripulantes de vuelo que hayan sido entrenados en CANPA en cada chequeo impartido de acuerdo al RAC.

Teniente Coronel **JAVIER EDUARDO LOSADA SIERRA**
Jefe Grupo Investigación de Accidentes
Unidad Administrativa Especial de la Aeronáutica Civil



Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil
Grupo de Investigación de Accidentes

